



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**ENDÜSTRİYEL ALANLARIN ENERJİ
PERFORMANSLI TASARLANMASINA
YÖNELİK BİR MODEL YAKLAŞIMI; KONYA
OTO SANAYİ YERLEŞKESİ ÖRNEĞİ**

Gonca ÖZER

DOKTORA TEZİ

Kasım-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Gonca ÖZER tarafından hazırlanan “Endüstriyel Alanların Enerji Performanslı Tasarlanmasına Yönelik Bir Model Yaklaşımı; Konya Oto Sanayi Yerleşkesi Örneği ” adlı tez çalışması 21/11/2019 Tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan

Doç. Dr. Kevser DİNCER

Danışman

Doç. Dr. Murat ORAL

Üye

Doç. Dr. Fatih CANAN

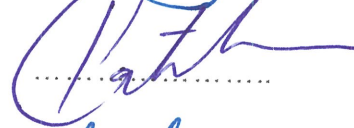
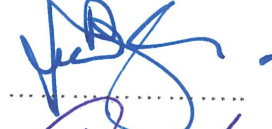
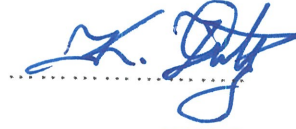
Üye

Doç. Dr. Fatih SEMERCİ

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Semiha Sultan TEKKANAT

İmza



Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN

Enstitü Müdürü

Bu tez çalışması ÖYP tarafından ÖYP-39 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.



Gonca ÖZER

Tarih:

ÖZET

DOKTORA TEZİ

ENDÜSTRİYEL ALANLARIN ENERJİ PERFORMANSLI TASARLANMASINA YÖNELİK BİR MODEL YAKLAŞIMI; KONYA OTO SANAYİ YERLEŞKESİ ÖRNEĞİ

Gonca ÖZER

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Murat ORAL

2019, 132 Sayfa

Jüri

**Doç. Dr. Murat ORAL
Doç. Dr. Kevser DİNCER
Doç. Dr. Fatih CANAN
Doç. Dr. Fatih SEMERCİ
Dr. Öğr. Üyesi Semiha Sultan TEKKANAT**

Günümüzde artan enerji ihtiyacı ve maliyetleri, oluşan çevre kirliliği gibi etkenler enerji etkin çevrelerin tasarımını zorunlu kılmaktadır. Endüstriyel alanlar kent içerisinde önemli alanları kapsamaktadır. Bu alanlarda enerji performansının iyileştirilmesi enerjinin korunumuna büyük oranda katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda endüstriyel alanlar tasarlanırken binaların enerji performansının iyileştirilmesine yönelik önlemler alınabilecek bir model ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında Konya kentinde yer alan Eski Sanayi ve Karatay Sanayide yer alan çalışma atölyeleri incelenmiştir. Alanda yer alan işyerlerinde yapılan araştırmalar sonucunda boyut, yönlenme ve dış kabuk malzeme özellikleri gibi tasarım parametreleri bakımından 128 farklı bina alternatifi ortaya çıkmıştır. Bu alternatiflerin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları TSE 825’de yer alan hesaplama metodu ile hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler kullanılarak sanayi yapılarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının tahmin edilmesi, bir yapay zekâ yöntemi olan bulanık mantık tekniği ile modellenmiştir. Hesaplanan ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri ile bulanık mantık modelinden elde edilen değerler çoklu determinasyon katsayısı yöntemi (R^2) ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda oluşturulan bulanık mantık modeli binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını %98.09 oranında doğru tahmin ettiği ortaya konmuştur. Buda oluşturulan bulanık mantık modelinin yeni tasarlanacak olan tek hacimli sanayi yapılarının yönlenme boyut ve malzeme özelliklerine göre yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının %98.09 doğruluk oranında tahmin edilmesinde kullanılabileceğini göstermektedir. Bu model kullanılarak tasarımı yapılacak olan binalarda enerji performansını arttırılabilecek önlemler alınması sağlanabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bina Enerji Performansı, Bulanık Mantık, Mimarlık ve Yapay Zekâ, Sanayi Yapıları.

ABSTRACT

PhD THESIS

A MODEL APPROACH TO THE ENERGY PERFORMANCE DESIGN OF INDUSTRIAL AREAS: EXAMPLE OF KONYA AUTO INDUSTRY CAMPUS

Gonca ÖZER

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Architecture**

Advisor: Assoc.Prof.Dr. Murat ORAL

2019, 132 Pages

Jury

**Assoc.Prof.Dr. Murat ORAL
Assoc.Prof.Dr. Kevser DİNCER
Assoc.Prof.Dr. Fatih CANAN
Assoc.Prof.Dr. Fatih SEMERCI
Assoc.Prof.Dr. Semiha Sultan TEKKANAT**

Today, increasing energy needs and costs, environmental pollution factors such as energy-efficient design is required. Industrial areas cover important areas within the city. Improving energy performance in these areas will contribute greatly to the conservation of energy. In this context, when designing industrial areas, it is aimed to put forward a model that can take measures to improve the energy performance of buildings. Within the scope of the study, the buildings in the Eski Sanayi and Karatay Sanayi in Konya were examined. As a result of the researches conducted in the workplaces in the area, 128 different building alternatives have emerged in terms of design parameters such as size, orientation and exterior wall material properties. The annual heating energy requirements of these alternatives have been calculated by the calculation method in TSE 825. Estimating the annual heating energy demand of industrial buildings by using the calculated values is modeled with fuzzy logic technique, which is an artificial intelligence method. The calculated heating energy requirement values and the values obtained from the fuzzy logic model were compared with the multiple coefficient of determination method (R^2). As a result of the comparison, it is shown that fuzzy logic model accurately predicts the annual heating energy requirement of buildings by 98.09%. This shows that the fuzzy logic model can be used to estimate the annual heating energy requirement of 98.09% accuracy according to the orientation dimension and material properties of the newly designed single volume industrial buildings. By using this model, it can be ensured that measures can be taken to increase the energy performance of the buildings to be designed.

Keywords: Architecture and Artificial Intelligence, Building Energy Performance, Fuzzy Logic, Industrial Buildings.

ÖNSÖZ

Çalışmam süresince desteklerini esirgemeyen ve değerli görüş ve önerileri ile çalışmamın ilerlemesi ve gelişmesini sağlayan değerli tez danışmanım Doç. Dr. Murat Oral'a ve tez izleme komitemdeki hocalarım Doç. Dr. Kevser Dincer ve Doç. Dr. Fatih Canan'a ve tüm bölüm hocalarıma, değerli ailem ve arkadaşlarıma desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Gonca ÖZER
KONYA-2019



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç	1
1.2. Kapsam.....	2
1.3. Yöntem.....	3
1.3.1. TSE 825 Binalarda ısı yalıtım kuralları standardı	4
1.3.2. Bulanık mantık yöntemi.....	6
1.4. Çalışmanın Genel Yapısı.....	9
1.5. Literatür Özeti ve Tezin Özgünlüğü	10
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	18
2.1. Sanayileşme Süreci ve Sanayi Alanlarının Tasarımı ve Planlanması.....	18
2.1.1. Dünya’da ve Türkiye’de sanayileşme süreci	18
2.1.1.1. Dünya’da sanayinin gelişimi	19
2.1.1.2. Türkiye’ de sanayinin gelişimi.....	21
2.1.2. Sanayi yapısı olgusu planlama ve tasarım yaklaşımları	23
2.2. Enerji Performanslı Tasarım	27
2.2.1. Enerjinin tanımı	28
2.2.2. Binalarda enerji kullanımı ve korunumu	31
2.2.3. Enerji performansı bağlamında tasarım parametreleri.....	33
2.2.3.1. İklimsel veriler	34
2.2.3.2. Bina yönlendiği	36
2.2.3.3. Bina geometrisi	37
2.2.3.4. Bina dış kabuk özellikleri.....	39
3. ALAN ÇALIŞMASI	44
3.1. Alan Seçimi.....	44
3.2. Mevcut Durum Tespiti	45
3.1.1. Konya Kenti	45
3.1.2. Konya Eski Sanayi ve Karatay Sanayi çevresi genel durumu	46
3.1.3. Konya Eski Sanayi ve Karatay Sanayi sitesi ve çevresi planlama özellikleri	49
3.3. Hesaplanmalarda Dikkate Alınacak Tasarım Parametrelerinin Düzenlenmesi 51	
3.3.1. Bina geometrisi (boyut özellikleri).....	53

3.3.2.	Bina yönlenme özellikleri	60
3.3.3.	Bina dış kabuk malzeme özellikleri	60
3.4.	Konya Oto Sanayi Yapılarının Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması	64
3.4.1.	Binaların ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması	65
3.4.2.	Binaların özgül ısı kaybının hesaplanması	70
3.4.3.	Aylık ortalama güneş enerjisi kazancının hesaplanması	76
3.4.4.	Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörünün hesaplanması	81
3.4.5.	Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanması	85
4.	ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	89
4.1.	Bulanık Mantık Model Kurgusu	90
4.2.	Bulanık Mantık Değişkenlerin Tanımlanması	92
4.3.	Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması	93
4.4.	Kural Tabanının Oluşturulması	102
4.5.	Bulanık Mantık Modelinin Test Edilmesi	104
4.6.	Yeni Bina Alternatiflerinin Oluşturulup Bulanık Mantık Modeli ile Tahmin Edilmesi	109
5.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	119
5.1.	Sonuçlar	119
5.2.	Öneriler	123
KAYNAKLAR	125	
ÖZGEÇMİŞ	132	

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

A_d	: Dış hava ile temas eden taban alanı
A_D	: Dış duvar alanı
A_{ds}	: Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının alanı
A_i	: "i" yönündeki toplam pencere alanı
A_P	: Pencere alanı
A_k	: Dış kapı alanı
A_t	: Zemine oturan taban/döşeme alanı
A_T	: Tavan alanı
c	: Havanın özgül ısısı
$^{\circ}C$: Santigrat derece
d	: Yapı bileşeni kalınlığı
F_w	: Camlar için düzeltme faktörü
g_{\perp}	: Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü
$g_{i,ay}$: "i" yönündeki saydam elemanların aylık ortalama güneş enerjisi geçirme faktörü
$I_{i,ay}$: "i" yönündeki dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınım şiddeti
j	: Joule
h	: Saat
H	: Binanın özgül ısı kaybı
H_V	: Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
H_T	: İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı
K	: Kelvin
kg	: Kilogram
KKO_{ay}	: Kazanç/kayıp oranı
λ_h	: Isıl iletkenlik hesap değeri
m	: Metre
m^2	: Metrekare
m^3	: Metreküp
η_{ay}	: Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü
n_h	: Hava değişim oranı
ρ	: Havanın birim hacim kütlesi
$Q_{yıl}$: Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı
Q_{ay}	: Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı
Θ_i	: Aylık iç sıcaklık
Θ_e	: Aylık dış sıcaklık
$\phi_{i,ay}$: Aylık ortalama iç kazançlar
$\phi_{s,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı
$r_{i,ay}$: "i" yönündeki saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü
R	: Isıl Geçirgenlik direnci
R_{si}	: İç yüzeylerin yüzeysel ısı taşınım ve ışınım direnci
R_{se}	: Dış yüzeylerin yüzeysel ısı taşınım ve ışınım direnci
t	: Zaman (saniye olarak)
U	: Isıl geçirgenlik katsayısı

U_D	: Dış duvarın ısı geçirgenlik katsayısı
U_P	: Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı
U_k	: Dış kapının ısı geçirgenlik katsayısı
U_T	: Tavanın ısı geçirgenlik katsayısı
U_t	: Zemine oturan tabanın/döşemenin ısı geçirgenlik katsayısı
U_d	: Dış hava ile temas eden tabanın geçirgenlik katsayısı
U_{ds}	:Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı
V_h	: Havalandırılan hacim ($V_h = 0.7^*$)
$V_{brüt}$: Brüt hacim
V^1	: Hacimce hava değişim debisi
W	:Watt

Kısaltmalar

BB	: Bims blok duvar malzemesi (TS808 EN 771-2'ye uygun kireç kumtaşı duvarlar)
BET	: Betonarme duvar malzemesi (Normal Beton TS500'e uygun doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar)
BM	: Bulanık mantık
BÖİ	:Büyük ölçekli işyeri
D/B	:Doğu/batı yönü
DT	:Delikli tuğla duvar malzemesi (TS EN 771-1'e uygun delikli tuğlalarla yapılan duvarlar)
G	: Güney yönü
K	: Kuzey yönü
K/G	: Kuzey/güney yönü
KÖİ	:Küçük ölçekli işyeri
Mlz	:Malzeme
OÖİ	:Orta ölçekli işyeri
Q	:Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı
Ynl	:Yönlenme-boyut

1. GİRİŞ

İnsanoğlu hayatını devam ettirebilmek için doğanın sunduğu kaynakları kullanırken, hem kendi türü hem de doğadaki diğer canlılarla etkileşim içinde yaşamaktadır. İnsanın yaşam alanı, içerisinde konut alanları, endüstri bölgeleri, yollar, rekreasyon alanları, tarım alanları ve üretim faaliyetlerinin sonucu kirlenmiş alanların olduğu pek çok alt bölgeye ayrılmaktadır. Toplumların hızla gelişmesi, nüfus artışı, ekosistem dengelerinin bozulmasına, çevre kirliliğine ve doğal kaynakların kendinin yenileme hızının bu gelişmelerin gerisinde kalmasına neden olmaktadır. Bu gelişmelerin hızlı şekilde sürmesi dünya üzerinde yaşamın sürdürülememesi anlamına gelmektedir. Günümüzde kent nüfusunun hızla artmasıyla kentsel hizmet kalitesinin ve kentlerde yaşayan insanların yaşam standartlarının yükseltilmesi de beklenmektedir. Bu beklentiler oluşurken çevreye verilen zararlar da artmaktadır. Toplumların refah düzeylerindeki artışlardan vazgeçmeleri beklenemez. Fakat çevresel sorunlara da çözüm bulmak gerekmektedir. Çözüm hem gelişmeyi sürdürecektir, hem de çevreye verilecek zararı aza indirecek yeni yaklaşımların geliştirilmesidir. Bu bağlamda 'sürdürülebilir kentleşme' kavramı ve bu hedefe uygun kent planlarının geliştirilmesi, kentsel tasarım literatüründe araştırılan konulardan biridir. Sürdürülebilir çevrelerin oluşması için en önemli kriterlerden biri enerjinin korunumudur. Günümüzde yaygın olarak fosil kökenli enerji kaynakları kullanılmaktadır. Bu kaynaklar hızla tükenmekte ve kullanımları sırasında çevreye büyük ölçüde zarar vermektedir. Bundan dolayı enerji tüketiminin denetim altına alınması her geçen gün önem kazanmaktadır. Gelişmiş endüstriyel faaliyetler gösteren kentlerde en büyük sorunlardan biri endüstriyel alanlarının çevreye verdiği zararlardır. Endüstriyel alanlarda yer alan yapıların enerji performansı göz önüne alınarak tasarlanması üzerine çalışılması gereken önemli bir konudur. Bu bağlamda çalışmada endüstriyel alanlarda yer alan yapıların enerji ihtiyacının iyileştirilmesi konusu ele alınmıştır.

1.1. Amaç

Yapı sektörü, sanayi ve ulaşım sektöründen sonra enerji tüketiminin denetim altına alınması bağlamında öncelikli alanlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Binalar, üretimin aşamasından başlayarak yok oluşuna kadar olan tüm ömrü süresince kullanılan toplam enerjinin büyük bir bölümünü binanın kullanım sürecinde

harcanmaktadır. Bundan dolayı binaların kullanım aşamasında harcanan enerjiyi kontrol altına alma yönündeki çalışmalara öncelik verilmelidir. Binalar kullanılırken ısıtma enerjisine ve elektrik enerjisine ihtiyaç duyulmaktadır. Şebekeden elde edilen elektrik enerjisi büyük ölçüde yakıt enerjisine dayanmaktadır. Isıtma gibi iklimsel konfor koşullarının sağlanması için tercih edilen enerji türleri de büyük oranda fosil kökenli yakıtlara dayanmaktadır. Fosil kökenli enerji kaynaklarımız hızla tükenmektedir ve zaman içerisinde bu kaynaklara erişim kısıtlı hale gelecektir. Tükenebilir kaynakların yok olmasının mümkün olduğu kadar azaltılması, bu kaynakların sürdürülebilirliği açısından önemli bir yere sahiptir. Kaynakların sürekliliğinin sağlanmasının yanında çevresel sürdürülebilirliği de fosil yakıtların tüketiminin en aza indirilmesi ile doğrudan ilişkilidir. Kentsel çevrelerin enerji performansı gözetilerek tasarlanması bu soruna çözüm üretmek noktasında önemli bir adımdır. Önemle üzerinde durulması gereken bir diğer durum, binalarda enerjinin kullanım amacıdır. Isınma ihtiyacı için kullanılan enerji bütün binaların ihtiyaç duyduğu temel kullanım alanıdır. Bu nedenle yönetmeliklerin büyük çoğunluğu sadece ısıtmaya yönelik önlemleri içerir. Binaların ısıtma enerjisinin azaltılması enerji sorunları açısından çalışılması gereken önemli bir konudur. Endüstriyel alanlar kent içerisinde, konut bölgelerinden sonra büyük bir alanı kaplamaktadır. Endüstriyel binalar tasarlanırken yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının azaltılması ile enerji sorununa çözüm getirilebilecektir.

Bu çalışmanın amacı endüstriyel alanlar tasarlanırken, binaların mimari tasarım sürecinde yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını azaltarak enerji performansını iyileştirmektir. Bu amaç doğrultusunda endüstriyel alanlarda yer alan sanayi yapıları tasarlanırken alınabilecek önlemler ile enerji ihtiyacının azaltılması yönünde çalışmalar yapılmıştır. Daha önce yapılmış çalışmalar mevcut binalar üzerinde deneylere dayanmaktadır. Bu çalışma ile yapılacak olan tasarımlara yön gösterecek verilerin tasarım aşamasında deneyerek optimum sonuçlar elde edilmesi sağlanabilmektedir.

1.2. Kapsam

Kentlerde sürdürülebilir çevrelerin oluşturulabilmesi için endüstriyel alanların tasarımında enerji ihtiyacının azaltılması önemli bir yere sahiptir. Kent içerisinde endüstriyel bölgeler, büyük alanları kaplamaktadır. Kentlerde yer alan endüstriyel bölgelerde enerji ihtiyacının azaltılması enerji korunumuna önemli oranda katkı sağlayacaktır. Konya Kenti, gerek ekonomik gerek sosyal açıdan bulunduğu bölgeyi

etkileyen bir konumdadır. Sanayi alanları, Konya kent bütününde toplam yerleşme alanının %8.5'ünü teşkil etmektedir. Bu oran kentte ki hava ve çevre kirliliğinde, enerji ihtiyacı harcamalarında endüstriyel alanların büyük rolü olduğunu göstermektedir. Tüm bu verilerden yola çıkarak çalışmada inceleme alanı olarak Konya kenti oto sanayi yerleşkesi olarak da adlandırılan Karatay Sanayi ve Eski Sanayi sitelerinde yer alan işyerlerinde incelemeler yapılmıştır. Oto sanayi olarak da adlandırılan Karatay Sanayi ve Eski Sanayi yerleşkesinde yer alan işletmelerde yapılan araştırmalar ile verilerin bu alanlardan toplanması sağlanmıştır.

Binalar kullanılırken iç ortam konfor koşullarının sağlanabilmesi için ısıtma soğutma gibi iklimlendirmeler yapılmaktadır. Bu iklimlendirmeler yapılırken en büyük enerji harcaması ısıtma enerjisi ihtiyacını sağlamak için kullanılmaktadır. Çalışmada binaların ısıtma enerjisi ihtiyacını azaltmak için bu ihtiyacı etkileyebilecek tasarım parametreleri;

- Bina geometrisi (boyutları),
- Bina yönlenmesi,
- Bina dış kabuk malzeme özellikleri olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda bu parametrelerin binaların yıllık enerji ihtiyacı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Alanda yapılan incelemeler sonucunda elde edilen veriler ile boyut yönlenme ve dış kabuk malzeme özellikleri parametreleri dikkate alınarak 128 farklı çalışma atölyesi alternatifi belirlenmiştir.

1.3. Yöntem

Çalışmada endüstriyel alanlarda bulunan sanayi yapılarının boyut, yönlenme ve dış kabuk malzeme özellikleri gibi tasarım parametreleri bakımından yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının tasarım aşamasında tahmin edilmesi bulanık mantık modelleme tekniği ile modellenmiştir. Konya oto sanayi yerleşkesi olarak adlandırdığımız eski sanayi ve karatay sanayi sitelerinde yer alan işyerlerinde yapılan araştırmalar sonucunda 128 farklı bina alternatifi oluşturulmuştur. Çalışma atölyelerinde yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını tasarım aşamasında belirleyebileceğimiz bulanık mantık modelini oluşturabilmek için öncelikle oluşturulan alternatiflerin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanması gerekmektedir. Bu hesaplamalar yapılırken TSE 825'de yer alan hesaplama metodu kullanılmıştır.

Hesaplanmış olan çalışma atölyelerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri kullanılarak sistemin giriş çıkış parametreleri belirlenmiştir. Sistemin öğrenmesini sağlayacak kurallar yine bu hesaplanmış olan değerler yardımıyla ortaya konmuştur. Oluşturulan kuralların sisteme tanımlanmasının ardından sistemin test edilmesi için hesaplanmış olan ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri ile bulanık mantık modelinden elde edilen ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri çoklu determinasyon katsayısı yöntemi (R2) ile karşılaştırılmıştır.

Endüstriyel alanlarda yer alan oto sanayi yapılarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının tasarım aşamasında tahmin etmesini sağlayan bulanık mantık modelini oluştururken kullanılan TSE 825 binaların yıllık ısıtma enerjisi hesap metodu ve bir yapay zekâ yöntemi olan bulanık mantık yöntemi ile ilgili bilgiler aşağıda yer almaktadır.

1.3.1. TSE 825 Binalarda ısı yalıtım kuralları standardı

TS 825 Binalarda Isı Yalıtım kuralları Standardı 14 Haziran 1999 tarihinde resmi gazetede yayınlanmış ve günümüze kadar güncellemeler yapılmıştır. Bu çalışmada 2013 yılında yayınlanmış olan son hali kullanılmaktadır.

Bu standardın amacı:

- Ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlayarak enerji tasarrufu sağlamak
- Enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standart hesap metodunu ve değerini belirlemek
- Enerji verimli konfor şartları yüksek binalar üretilmesini sağlamaktır (URL-1).

Özet olarak bu standardın amacı, Türkiye'deki binalarda enerjiden tasarruf etmek binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarını azaltmak ve net ısıtma enerjisi ihtiyacını ve buhar geçiş difüzyonu gibi değerlerin hesaplanmasında kullanılacak standart hesap metodu ve değerlerini belirlemektir.

TSE 825'e göre binaların ısıtma enerjisi ihtiyacını etkileyen faktörlere aşağıda yer verilmiştir:

- Bina özellikleri: Binanın dış kabuğunu oluşturan malzemeleri ve farklı yönlerindeki mekânların güneşlenme durumlarına göre, iletim, taşınım, ışınmı ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları (varsa ısı geri kazanımı) ve ısı kapasite,

- Isıtma sisteminin özellikleri: özellikle otomatik kontrol sistemlerinin ve ısıtma sisteminin, günün farklı saatlerindeki farklı ısıtma enerjisi ihtiyacı taleplerine cevap verme süresi,
- İç iklim koşulları: Bina kullanıcılarının istediği sıcaklık değeri, binanın farklı kullanım amacına sahip mekânlarında ve günün farklı saat aralıklarında bu sıcaklık değerlerindeki değişimler,
- Dış iklim koşulları: Dış havanın sıcaklığı, güneşlenme durumu, hakim rüzgâr yönü ve hakim rüzgarın şiddeti gibi iklim durumları
- İç ortam ısı kazanç kaynakları: Isıtma sisteminden elde edilen ısı kazancının dışında ısıtmaya katkısı olan iç ısı kaynakları, sıcak su elde etme, yemek pişirme, aydınlatma gibi amaçlarla kullanılan ve iç ortama ısıveren çeşitli eylemler, cihazlar ve insanlar,
- Güneş enerjisi: Pencere açıklıkları gibi saydam yüzeyli bina elemanlarından ısıtılma ihtiyacı duyulan mekâna doğrudan ulaşan güneş enerjisi miktarıdır.

Standartta belirtilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplama metodunda, iletim, taşınım, ışınım ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları ile iç ısı kazançları ve güneş enerjisi kazançları dikkate alınmıştır (TSE 825, 2013). Endüstriyel yapıların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplamaları yapılırken bu kriterler tasarım aşamasında müdahale edilebilecek etkenler olarak seçilmiş, diğer etkenler sabit kabul edilmiştir.

Sanayi alanında yer alan binalar tek hacimden oluştuğundan dolayı TSE 825’de yer alan ‘Tek Hacimli Bina İçin Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı Hesabı’nda yer alan formüller kullanılmıştır. Bu formüllerin detayları aşağıda verilmektedir.

Tek Hacimli Bina İçin Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı ($Q_{yıl}$) Hesabı:

Eğer bina tek bölümden oluşuyorsa binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır (1.1, 1.2: TSE 825, 2013).

$$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} \quad (1.1)$$

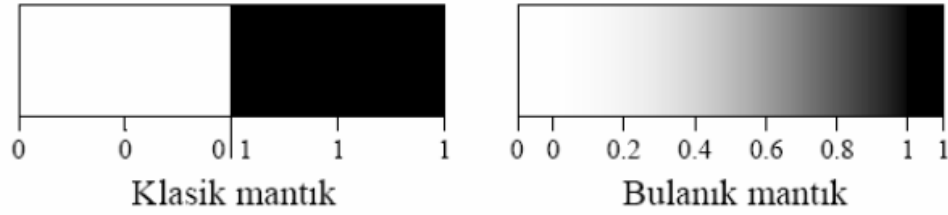
$$Q_{ay} = [H(\Theta_i - \Theta_e) - \eta_{ay}(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t \quad (1.2)$$

Bu hesaplamaların detaylarına Konya oto sanayi yapılarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanması bölümünde yer verilecektir.

1.3.2. Bulanık mantık yöntemi

Mantık bilimi geçerli kabul edilen insan düşünce ve çıkarım sistemlerini inceleyerek bu sistemlerin kurallarını belirlemeye çalışmaktadır. Bir başka ifadeyle, mantık bilimi insan düşünce ve karar verme sistemini modellemek istemektedir. Bu modellemeyi yapabilmek için, insan düşünce sistemini ve çıkarım mekanizmasını yansıttığı kabul edilen konuşma dili yapısı ve kelimelerin anlamsal ilişkileri incelenmiş ve bunlara ait kural sistemleri açıklanmaya çalışılmıştır. Mantık geçerli işlemler ile ilgilenir ve insanların kullandığı konuşma dilini yansıtmaya çalışmaktadır. Öyle ki anlamsal tarafları cebirsel taraflarından çok daha önemli olabilmektedir (Mamdani, 1987).

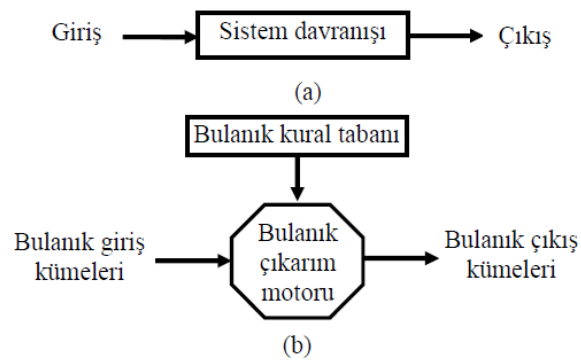
Ünlü araştırmacı ve filozof Aristo mantığı veya klasik mantık olarak da adlandırılan mantık sistemi ‘doğru ve yanlış’ olmak üzere iki değerlik (0 veya 1) üzerine kurulmuştur. Ancak zaman içerisinde, klasik mantığın üzerine kurulmuş olduğu kabullerin insan düşüncesini, bilgiyi ve dolayısı ile konuşma dilini tam olarak yansıtmaya yeterli olmadığı görülmüş ve genişletilmiş mantık olarak adlandırılan ve doğruluk değeri olarak ‘doğru ve yanlış’ın yanı sıra, ‘bilinmiyor’ veya ‘karar verilemez’ değerliğini de içeren mantık sistemi öne sürülmüştür. Bu esnada tartışmaya açılan mantıksal değerlik sistemlerine, iki veya üç değerliğe dayanan mantık işlemlerinin insan düşünce sistemini yeterince açıklayamadığı gerekçesi ile bulanık mantık yaklaşımı da eklenmiştir. Bulanık mantık yaklaşımı mantıksal değerliğin ‘doğru’ ve ‘yanlış’ (0 veya 1) arasında sürekli ve herhangi bir değer olabileceği kabulüne dayanmaktadır. Konuşma dilinde sıklıkla kullanılan ve kesin değerler değil, ara değerlere işaret eden ‘oldukça doğru’, ‘biraz doğru’ ve ‘çok doğru’ gibi ifadeler bu kabulün çıkış noktasını oluşturmaktadır. Gerçekte, konuşma dilinde nicelik mantığına dayanan ve varlık belirten ifadelerin sayısından daha çok sayıda niteleyici kelime bulunmaktadır. ‘Bazı’, ‘neredeyse tamamı’, ‘büyük kısmı’ v.b. Bu değerlikler karakteristik olarak bulanıktır ve bulanık mantık sisteminde yer almaktadır (Mamdani, 1987). Klasik küme teorisine göre siyah ve beyaz vardır, aradaki tonlar yoktur. Bulanık küme mantığında ise siyah-beyaz arasındaki tüm gri tonları kabul edilmektedir (Şekil 1.1) (Vrusias, 2005).



Şekil 1.1. Bulanık mantık ve klasik mantığın şekilsel gösterimi

Bulanık küme kavramı 1965 yılında ortaya çıkmasına rağmen, 1970'li yılların ikinci yarısından sonra kullanılmaya başlanmıştır. Bu mantık yönteminin kullanılmaya başlanmasında özellikle Zadeh'in 1965 deki ilk makalesinden ziyade etkili olan ve bulanık mantığın belirsizlik içeren sistemlere uygulanabilirliğini açıklayan makaleleri (Zadeh 1973), (Zadeh 1975) etkili olmuştur.

Bu fikir ilk çıktığı zamanlar batı bilim dünyasında şüphe ile karşılanmış ve yoğun bir şekilde eleştiri almıştır. Fakat 1970 yılından sonra doğu dünyasında ve özellikle de Japonya'da Bulanık Mantık kavramlarına önem verilmiştir. Bulanık kavram ve sistemlerin dünyanın farklı araştırma merkezlerinde dikkate alınması 1975 yılında Mamdani ve Assilian tarafından ortaya çıkarılan gerçek bir kontrol sistemi uygulaması ile olmuştur (Mamdani and Assilian, 1975). Bu araştırmacılar ilk defa bir buhar makinesi kontrolünü bulanık sistem ile modelleyerek yapmışlardır. Daha sonra 1985 yılında Sugeno ve 1988 yılında Sugeno ile Kank tarafından genel bulanık sistemdeki bazı problemleri bir dereceye kadar ortadan kaldıran ve Takagi, Sugeno ve Kank (TSK) modeli denilen bir bulanık mantık sistemi geliştirilmiştir (Sugeno, 1985), (Sugeno and Kank, 1988). Bu sistemde veri tabanındaki girdiler birer sayı, bulanık kural ve çıkarım motorunun çalışması sonucunda bulunan çıktılar ise girdilerin bir fonksiyonu şeklinde ifade edilmektedir (Sen, 2004).



Şekil 1.2. Klasik mantık sistemi ve bulanık mantık sisteminin karşılaştırılması (Sarıdemir, 2008)

Günlük yaşantımızda kullandığımız birçok terim çoğunlukla bulanık bir yapıya sahiptir. Herhangi bir şeyi tanımlarken, komut verirken, bir olayı açıklarken ve daha birçok durumda kullandığımız sözel veya sayısal kavramlar bulanıklık içermektedir. İnsanlar bir olayı anlatırken, bir durum karşısında karar verirken bazı kesinlik belirtmeyen terimler kullanmaktadır. Örneğin hava sıcaklığından bahsederken; çok sıcak, sıcak, çok soğuk veya soğuk deriz. Çalıştığımız odanın ışığı yeterinden fazla ise biraz azaltırız, yetersiz ise biraz artırır. Kişinin yaş durumuna göre ona çok genç, çok yaşlı, yaşlı, orta yaşlı deriz. Bütün bunlar insan beyninin kesinlik içermeyen ve belirsiz durumlarda nasıl davrandığına ve olayları nasıl tanımlayıp, değerlendirip, komut verdiğine yönelik birer örnektir (Altaş, 1999).

Bulanık mantık, insan düşüncesini ve muhakemesini modellemeyi ve modeli ihtiyaçlara göre problemlere uygulamayı amaçlamaktadır. Bilgisayarları, insanların özel verilerini işleme yeteneği ile donatmaya ve deneyimlerini ve iç görülerinden yararlanarak çalışmayı dener. İnsan mantığı sorunları çözdüğü zaman, “eğer <olay gerçekleşirse>, <sonuç> şudur” gibi sözlü kurallar oluşturur. Bulanık mantık bu sözel kuralları ve insanlara makine / bilgisayarlar karar verme yeteneğini adapte etmeye çalışır. İnsan karar verme sürecinde kullanılan sözlü kurallar ve terimler kesin olmaktan ziyade bulanıktır (Zadeh, 1992). Bulanık kümelerin en önemli özelliği, insan düşünme sisteminde bulunan, belirsizlik işleme kabiliyetidir. Bundan dolayı uygulama alanları insan yaşamı ile direkt olarak ilişkilidir. İnsan simülasyonu Olarak da adlandırılabilir, bulanık kümelerin uygulama alanlarının insan düşünme sistemi ve davranışları ile sıkı ilişkisi vardır. Bundan dolayı, özellikle insanın incelenmesi iyi sonuçlar alabilmek için

çok önem arz etmektedir. Bulanık mantık için en büyük hedef; insanların iyi taraflarını almak ve yetersiz oldukları alanları takviye etmektir (Sugeno, 1992).

Hesaplamalar sonucu elde edilen veriler ile boyut, yönlenme ve dış kabuk malzeme özelliklerine bağlı olarak binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı sonuçlarını elde edebileceğimiz bir bulanık mantık modeli ortaya konmuştur. Model oluşturulurken yapılmış olan hesaplama değerleri dikkate alınarak giriş ve çıkış parametreleri oluşturulmuştur. İki giriş bir çıkış parametresinden oluşan üyelik fonksiyonları sisteme tanımlanmıştır. Giriş parametrelerinden birincisi, dış kabuk malzeme özelliğini oluşturacak duvar malzemelerinin ısı iletim hesap değeri olarak sisteme tanımlanmıştır. İkinci giriş parametresi binaların yönlenme ve boyut özelliklerine bağlı olarak hesaplanmış olan yıllık güneş enerjisi kazancı değerleri olarak belirlenmiştir. Sistemin çıkış parametresi ise binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değeridir. Bu giriş ve çıkış parametrelerinin değerleri kullanılarak sistemin üyelik fonksiyonları tanımlanmıştır. Ardından 57 kural oluşturularak sisteme tanımlanmış ve sistemin öğrenmesi sağlanmıştır. Daha sonra hesaplanan değerler ve bulanık mantık modelinden elde edilen değerler karşılaştırılarak modelin doğruluğu test edilmiştir.

1.4. Çalışmanın Genel Yapısı

Çalışma; giriş, kavramsal çerçeve, alan çalışması, araştırma sonuçları ve tartışma, sonuçlar ve öneriler olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır. Tez çalışmasının ilk bölümü tezin ana hatlarının anlatıldığı kısımdır. Tez çalışmasının amaç, kapsam yöntem ve öneminden bahsedilmiştir. Ardından çalışmanın genel yapısı ortaya konulmuştur. Bu alanda yapılmış çalışmalar ve tezin özgünlüğü bilgilerine bu bölümde yer verilmiştir. Tez çalışmasının ikinci kısmında; kavramsal çerçeve ile ilgili bilgiler yer almaktadır. Tezin çerçevesini oluşturan kavramlar hakkında detaylı bilgiler içermektedir. Bu kısımda sanayileşme süreci hakkında bilgiler verilerek sanayi alanlarının planlanma ve tasarım özelliklerinden bahsedilmektedir. Ardından enerjinin önemi, binalarda enerji kullanımı ve bina tasarımında enerji performansı bakımından dikkat edilmesi gerekenler üzerinde durulmuştur. Çalışmanın üçüncü bölümü, alan araştırmasının anlatıldığı kısımdır. Bu bölümde, tez çalışmasının alan araştırmalarının yapıldığı Konya kenti oto sanayi yerleşkesi hakkında bilgilere yer verilmiştir. Alanda yapılmış çalışmalar sonucunda elde edilen veriler anlatılmıştır. Devamında oluşturulan bina enerji performansı ile ilgili alternatifler kullanılarak yapılan hesaplamalara bu bölümde yer almaktadır. Çalışmanın

araştırma sonuçları ve tartışma bölümünde, bulanık mantık model kurgusu oluşturulmuş ve bulanık mantık değerleri tanımlanmıştır. Daha sonra sistemin üyelik fonksiyonları tanımlanarak kural tabloları oluşturulmuştur. Çalışmanın son kısmında sonuç ve öneriler bölümü yer almaktadır.

1.5. Literatür Özeti ve Tezin Özgünlüğü

Günümüze kadar binalarda enerji, sanayi yapıları mimarlık ve bulanık mantık gibi konularda bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların bir kısmına tezin bu bölümünde değinilmiştir. Tez çalışmasının özgünlüğü ve literatüre katkısı vurgulanmıştır. Endüstriyel yapılar ile ilgili Türkiye’de yapılmış çalışmalara baktığımızda;

Küçük (1997)’ün çalışmasında, Türkiye’de sanayi yapılarını küresel etkiler kapsamında inceleyerek, paralelliğin bugün sağlanıp sağlanamayacağını saptaması amaçlamıştır.

Yonar (2002) “Büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşumu ve Türkiye’de örnekler üzerinde irdelenmesi” isimli yüksek lisans tez çalışmasında, yapısal kararların alınabilmesi açısından büyük açıklıklı sanayi yapılarında yer alan yapısal oluşuma etki eden faktörler, yapısal öğeler ve yapım sistemleri irdelenmiştir. Bu kapsamda Türkiye’de bulunan örnek sanayi alanları yapısal olarak analiz edilmiştir.

“Sanayi yapılarının mimarisinde gürültünün tasarım ölçütü olarak değerlendirilmesi” konulu çalışma kapsamında; sanayi yapıları ile ilgili gürültü sorunu ele alınmıştır. Bu amaçla, sanayi yapılarının mimari tasarım sürecinde alınan kararların gürültüye etkisi incelenerek, gürültünün tasarımı yönlendirici bir veri olarak değerlendirilmesi konusu üzerinde çalışılmıştır. Çalışma sonucunda, sanayi alanlarından kaynaklanan gürültü probleminin bölge, kent ve yerleşimlerin planlama sürecinde değerlendirilmesinin önemi vurgulanmış ve tasarım aşamasında konunun sistemli bir biçimde ele alınmasının gerekliliği vurgulanmıştır (İlgürel, 2003).

Sarı (2007) “Sanayi yapılarında planlama (tasarım/yapım/kullanım) ilkeleri ve Kütahya bölgesinin irdelenmesi” isimli yüksek lisans tez çalışmasında, sanayi yapılarına yönelik mimari planlama verilerine yer verilmiştir. Sanayi yapılarının tasarım, planlama aşamasında, uygulanmasında ve uygulama sonrası ortaya çıkabilecek veya çıkan sorunlardan bahsedilmiş ve bu sorunların araştırma alanı olan Kütahya Bölgesinde irdelenmesi yapılmıştır. Çalışmada alanda belirlenen sanayi yapılarında tespit edilen yapısal sorunların ortaya konulması ve çözümlenebilir olanların hangi yollarla

çözülebileceğinin tespitinin yapılması hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda, Kütahya Bölgesinde incelenen sanayi yapılarında, yapısal konfor koşullarının önemine, tasarım, planlama ve uygulama aşamalarında gerektiği kadar dikkat edilmediği ortaya konulmuştur.

1850' lilerden itibaren Türkiye toprakları üzerinde kurulmaya başlayan ancak günümüzde işlevlerini kaybeden ve Türkiye'de Endüstri Mirasını oluşturan 43 adet sanayi yapısı listelenmiştir (Emre, 2018).

Sanayi yapılarının planlama ve tasarım aşamalarında gürültü faktörü ile ilgili yaklaşım önerileri oluşturulmuştur. Sanayi yapılarında akustik modelleme verilerine bağlı, tasarım aşamasında değerlendirilebilecek bir yaklaşım geliştirilmiştir (İlgürel, 2009).

Alagöz (2009) çalışmasında, tasarım ilkeleri bağlamında orta ölçekli sanayi yapıları örneklerinin analizleri yapılmıştır. Bu tür sanayi yapılarında üretimin aksamasına sebep olan ve iş veriminin azalmasına yol açan sorunları ve bu sorunlara çözüm önerileri tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, sanayileşme süreci, sanayi tarihi, Organize Sanayi Bölgeleri ve ardından sanayi yapıları tasarım ilkelerini anlatarak, inceleme alanı olarak Konya'da, III. Organize Sanayi Bölgesinde bulunan sanayi yapıları ve bunların planlama ilkeleri analiz edilerek, en iyi verimli bir sanayi yapısında olması gereken nitelikler saptanmıştır. Bu çalışma ile orta ölçekte üretim yapan iş yerlerinin yanlış planlama sonucu oluşan sorunları ve bu sorunların kaynakları üzerinde durularak, bu sorunlara çözüm önerileri geliştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda, karşılaşılan sorunların, işyerlerinin tasarım ve kullanım aşamalarında uygulanan düzenleme hatalarından kaynaklandığı görüldüğünü ortaya koyulmuş ve bu sorunların mimar ile yatırımcı arasında olan iletişim sorunlarından kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. Sanayi yapılarının tasarımı ve kullanımı aşamasında planlamaya yönelik kaynak oluşturabilecek bazı sonuçlara varmanın mümkün olabileceği sonucu ortaya konmuştur.

“Adana'da doküman sanayi yapılarının endüstri mirası kapsamında incelenmesi” isimli çalışma kapsamında Adana'da 1860-1960 seneleri arasındaki yüzyıllık zaman diliminde kurulmuş olan sanayi yapıları endüstri mirası açısından incelenmiştir. Bu amaçlarla yapıların mimari özellikleri, mevcut durumları, tarihçeleri ve nasıl değerlendirilmeleri gerektiği üzerinde çalışılmıştır (Özüdoğru, 2010).

Sadatlou (2014) çalışmasında, sanayileşme ve modernleşme süreçlerinin mekansal yansımaları yirminci yüzyıldan günümüze otomobil yerleşkeleri üzerinden okunmaya çalışılmıştır. Çalışmada incelenen örnekler, otomobil üretiminde dünya

ölçeğinde önemli bir yere sahip olan, Amerika ve Batı Avrupa ülkeleri arasından seçilmiştir. Çalışmada süreçlerin izleri dönemsel ve kavramsal özellikler kapsamında irdelenmiştir. Otomobil yerleşkelerindeki gelişmeler, yirminci yüzyıldan günümüze kadar sanayileşme ve modernleşme süreçlerinin gelişmelerini büyük ölçüde yansıttığı sonucuna varılmıştır .

“Sanayi yapıları plan şemalarının değişim süreci - Konya örneği” isimli çalışmada, sanayinin gelişimi bakımından örnek olabilecek boyutlara sahip olması sebebiyle Konya Kenti sanayi alanları çalışmanın inceleme alanı olarak seçilmiştir. Konya kentinde yapılan fabrikaların, değişen tasarım kriterleri ve mekân boyutlarının ve ülke ekonomi politikalarının sanayi yapıları üzerindeki etkileri araştırılmaktadır (Ulusoy, 2015).

Kara (2019) çalışmasında; Trabzon İlinde yer alan, Arsin Organize Sanayi Bölgesindeki, çeşitli sektörlerde faaliyet alanı olan endüstri yapılarının atölyelerini bilgisayarda simülasyon yöntemi ile akustik açısından değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamındaki atölyelerin üç boyutlu modelleri hazırlanarak, sesin anlaşılabilirliğinin değerlendirilmesi amacıyla programa aktarılmıştır. Sesin parametre değerleri elde edilmesinin ardından bütün atölyelerde anlaşılabilirliğin artırılması amacıyla tavan yüzeyinde yapılan iyileştirmeler ile yeniden üç boyutlu modeller hazırlanmış, modeller ODEON V10 programında tekrar simülasyonu yapılarak oluşan sesin parametreleri sesin anlaşılabilirliği açısından tekrar değerlendirilmiştir. Simülasyonlar sonucunda bütün atölyeler için sesin parametrelerine ilişkin değerler kabul edilen en iyi değer aralıkları ile karşılaştırılmıştır.

Binalarda enerji performansı konusunda günümüze kadar pek çok çalışma yapılmış bu çalışmalar arasından teze kaynak teşkil edebilecek bazı tez çalışmalarına baktığımızda çalışmaların genel çerçevesi şöyledir.

Atmaca (2010) çalışmasında otel gibi farklı birçok ısı koşullarına ihtiyaç duyan bina tipolojileri için bir metod geliştirilmesi gerekip gerekmediği ortaya koyulmuştur. Tez çalışması kapsamında, ülkemizde geliştirilmiş olan ulusal hesap modeli, Binalarda Enerji Performansı Hesap Yöntemi (BEP-TR) ile enerji tüketimi % 1,89 olan oteller için geliştirilmiş olan modelin dinamik metotlarla dikkate alınışı ile farkı ortaya tespit edilmiştir.

Erikçi (2013) çalışmasında, farklı iklim bölgelerinde bulunan farklı plan tiplerinde otel yapıları “Bina Enerji Performansı Hesaplama Yöntemi” ile analiz edilmiş ve binaların emisyon salım sınıfı ve enerji performansı belirlenmiştir. Bu çalışmada BEP-

TR'nin oluşturulan farklı senaryolar için test edilmesi hedeflenmektedir. Öncelikle BEP-TR hesaplama yöntemi ile binaların yıllık enerji tüketim miktarı ve CO₂ salımı hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında, otel binalarının enerji performansı BEP-TR ve Design Builder programı ile hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

“Bina Enerji Performansını Geliştirmede Optimum Çözümleri Belirlemeye Yönelik Simülasyon Ve Çok Amaçlı Optimizasyon Tabanlı Bir Karar Destek Modeli” çalışmasında binaların enerji performansını geliştirmek için optimum çözümleri belirlemeyi amaçlayan bir model önerilmiştir. Önerilen model mimarlar ve tüm karar vericilere karar desteği sağlayacak şekilde geliştirilmiştir. Modelde, varyans tabanlı global hassasiyet analizi yönteminin uygulamasında Matlab, EnergyPlus bina enerji simülasyon programı, Microsoft Excel ve Simlab programları kullanılmıştır. Çok amaçlı optimizasyon yönteminin uygulamasında GenOpt optimizasyon programı EnergyPlus simülasyon programı ve Microsoft Excel programı kullanılmıştır. Çalışma kapsamında özgün bir karar destek yaklaşımı geliştirilmiştir. Önerilen model test edilmesi amacıyla bir okul binası üzerinde uygulanmıştır. Tez çalışması sonucunda önerilen modelin, Binanın yıllık ısıtma ve soğutma enerjisi tüketimlerinde optimum çözümlerin geliştirilmesinde, binalarda göz önünde bulundurulması gereken öncelikli alanların belirlenmesinde, önemli bir güce sahip olduğu ortaya konmuştur (Solmaz, 2015).

“Gaziantep'te Bazı Eğitim Yapılarının ‘Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği’ Kapsamında Değerlendirilmesi” isimli yüksek lisans tez çalışmasının temel unsurlarını; enerji kavramı, yenilenebilir enerji kaynakları ve inşaat sektöründeki bina ve enerji arasındaki ilişkisi oluşturmaktadır. Tez çalışmasının amacı; Gaziantep'te yüksek miktarda enerji tüketen Eğitim Yapıları incelenerek, enerji tüketimini etkileyen faktörlerin ortaya koyulması ve belirlenen yapılar için enerji etkinliği açısından önerilerin geliştirilmesidir. Çalışma sonucunda irdelenen üç adet eğitim binasının enerji kullanımı alanı sınıflarında farklılıkların olduğu tespit edilmiş ve binaların enerji tüketim sınıfları ortaya konulmuştur. Bu kapsamda alınması gereken önlemler ve uygulanacak iyileştirme çalışmaları tespit edilmiştir (Özdem, 2015).

Atmaca (2016) doktora tez çalışması kapsamında ortaya konulan yaklaşım ile Türkiye şartlarında otel binaları için ısı konfor şartlarını sağlayan, enerji ve maliyet etkin çözümlere ulaşmanın sağlanabileceği ortaya konmaktadır. Çalışma yapılan bina üzerinden, farklı iklim bölgelerine göre farklı oranlarda iyileştirmeler yapılmıştır. Bu yaklaşım kullanılarak, Türkiye'de bulunan mevcut otel binalarının enerji ve maliyet etkin iyileştirilmesi ve önerilecek iyileştirme alternatifleri sisteme uyarlanmış yenilenebilir

enerji kaynakları sistemleri ile “0 Enerji” hedefine ulaşılabilmesi mümkün olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

“Enerji Kimlik Belgesi Uygulamasının Bina Enerji Performansını Etkileyen Tasarım Parametreleri ve Yeşil Bina Sertifika Sistemleri Bağlamında Değerlendirilmesi” isimli tez çalışmasında, enerji etkin tasarım kriterleri BEP-TR yazılımında değerlendirilmiştir. Farklı yerleşimlerdeki binalar karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda binaların enerji sınıflarının belirlenmesinde, enerji etkin tasarım kriterlerinin performans hesaplamalarında etkin rol oynaması gerektiği ortaya konmuştur. Bu tez çalışması ile BEP-TR'nin, binaların enerji performanslarını hesaplamak için oluşturulacak veri girişleri geliştirilmesine katkı sağlamak hedeflenmiştir (Kaplan, 2018).

“Tarihi Yapıların Enerji Performansının Maliyet Etkin İyileştirilmesi Üzerine Bir Çalışma: İzmir Tekel Başmüdürlük Binası” isimli çalışmada değerlendirilen yapının mali iyileştirme ve enerji performansının iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Yapının tarihi önemi de göz önüne alınarak ortaya konulan önerilerin enerji performansları DesignBuilder isimli simulasyon programında değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda tarihi yapılarda performans iyileştirme çalışmaları kapsamında enerji ve maliyet parametrelerinin ne kadar etkili olduğu belirlenmiştir. mali etkin öneri, enerji etkin öneri, ve enerji ve mali etkin önerilerin birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. Sadece enerji parametresinin göz önünde bulundurulduğu durumlarda önerinin mali açıdan etkin olmadığı, en iyi maliyet etkinliğin olduğu öneri de enerji etkinliğin sağlanmadığı belirlenmiştir (Karagözler, 2018).

Armutlu (2019) çalışmasında, BIM uygulamalarının binaların enerji performansına etkisi araştırılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılmakta olan bir konutun, BIM programı olan Revit ile enerji modeli oluşturulmuş, oluşturulan model üzerinden enerjinin etkin kullanılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Belirlenmiş olan binaların yönlendirilmesi, güney cephe saydam yüzey oranları, kullanılan yalıtım malzemesi ve kalınlığı parametrelerinin kullanılmasıyla oluşturulan alternatif bina modeli ile mevcut bina arasında karşılaştırma yapılmıştır. Sonuç olarak, tasarım aşamasında veya kullanılan bir yapı için BIM tabanlı programları kullanarak, binaların enerji performansı iyileştirmeleri yapılabileceği ortaya.

Bir yapay zeka yöntemi olan bulanık mantık yönteminin mimarlık alanında kullanılmasıyla ortaya konmuş çalışmalara baktığımızda aşağıdaki çalışmaları görmekteyiz.

“Kocaeli Mahalleleri Donatı Yeterliliğinin Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi” isimli çalışmanın amacı, Kocaeli kent merkezinde bulunan yerleşim birimlerinde kişi başına düşen donatı alanları yeterliliklerinin daha rasyonel değerlendirilebilmesi için yeni hesaplama yöntemleri önermektir. Çalışma kapsamında bulanık mantık yöntemi kullanılmıştır. Bulanık mantık yöntemi aracılığıyla her bir yerleşim biriminde yer alan kişi başına düşen donatılar bütün olarak düşünülmekte ve genel donatı yeterliliği araştırılmaktadır. Böylelikle var olan veriler ve bu verilerin etkileri sonucunda oluşturulan kurallar yoluyla daha anlamlı ve gerçekçi sonuçlara ulaşılmaktadır. Geliştirilen bu sistem “Bulanık Donatı Yeterliliği Karar Verme Modeli” olarak adlandırılmıştır (Yılmaz ve Martı, 2009).

“Hasta Bakım Ünitelerinin Tasarım Verimliliklerinin Bulanık Mantık Modeli Bağlamında Değerlendirilmesi” isimli makale çalışması, bulanık mantık yöntemiyle algoritma oluşturularak, örnek olarak seçilen devlet hastanelerinde yer alan hasta bakım ve tedavi bölümlerinin tasarım verimlilikleri açısından sınıflandırılması için yürütülmüştür. Hasta bakımı ve tedavi ünitelerinin kat planları incelenerek, hasta kullanım alanları ve dolaşım alanları tespit edilmiş ve bu tespit edilen veriler ile bulanık mantık modelinin alt kümeleri için üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Girdi parametreleri olarak dolaşım alanları ve hasta kullanım alanları, çıktı parametresi ise tasarım verimliliği olarak modellenmiştir. Girdi parametreleri ile çıktı parametreleri arasındaki ilişkiler bulanık mantık kuralları yoluyla ortaya konulmuştur. Mevcutta var olan hasta bakım ünitelerinde inceleme yapmak için, verimlilik çıktı değerlerine modelden ulaşılmıştır. Genel tasarım normları, önceki çalışmalar ışığında ve oluşturulan model vasıtasıyla verimlilik sınıfları oluşturulmuştur (Kazanasmaz ve Tayfur, 2010).

“Türkiye’de konut yapılarında kullanılan çok katmanlı prekast beton panellerin ısı performansının kural tabanlı Mamdani tipi bulanık modellemesi” isimli makale çalışmasında, Türkiye’deki dört iklim bölgesine göre sınıflandırılmış 81 ildeki konut binaları için yalıtım katmanının modellemesi incelenmiştir. Çalışmada kural tabanlı Mamdani tipi bulanık modelleme yöntemi kullanılmıştır. Giriş parametreleri ve çıkış parametreleri tanımlanmış ve kurallar oluşturulmuştur. Genel olarak, modelin konut binalarında yapılan çalışmalarda kullanılan çok katmanlı prekast beton panellerin ısı performansı için güvenilir bir modelleme yöntemi olarak kullanılabileceği ortaya konmuştur (Tosun ve ark., 2011).

Yıldız ve Aktaş (2017) çalışmasında bina cephe tasarım sürecini ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Çalışma ile önerilmiş olan cephe modelinde Bulanık mantık

yöntemini temel alan bir matematiksel yaklaşım aracılığıyla tasarım sürecinin yönetilmesi ve yönlendirilmesi amaçlanmaktadır. Çalışma kapsamında bulanık mantık temelli bir algoritma oluşturularak, önerilmiş olan cephe modelinde yapıya ait çevresel veriler ile tasarımın ilk aşamalarından itibaren yapının karşılaşacağı koşullar analiz edilmekte ve bu analizler sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda tasarım kararları verilmektedir. Önerilmiş olan cephe modeli, İzmir’de tasarlanmış olan bir ofis binasının cephesine uygulanmıştır. Çalışma kapsamında bulanık mantık temelli tasarlanmış olan cephe modeli ile bulanık mantık yönteminin tasarım sürecindeki birçok girdinin yani farklı ihtiyaçlar kümesinin, oluşturulan sistemin çıktısına etkileri tartışılmaktadır.

“Yüksek Yapıların Çevresel Etkileri Bağlamında Yapılabilirliğinin Bulanık Mantıkla Modellenmesi” isimli çalışma kapsamında sözel ifadeleri matematiksel bir temele oturtmak amacıyla yüksek yapıların çevresel etkileri kapsamında arsa birim fiyatı, arsa miktarı, çevredeki nüfus yoğunluğu ve tescilli yapı yoğunluğu parametreleri girdi parametreleri olarak belirlenmiş ve değişkenler tespit edilmiştir. Modelde toplamda 16 kural ile sistem tanımlanabilmiştir. Geliştirilen model küçük değişiklik ve uyarlamalarla tüm bölgeler için uygulanabilir bir özelliğe sahiptir (Pakdamar ve Tuğrul, 2018).

Literatür incelemelerinden yola çıkılarak yapılmış olan çalışmalarda, tarihi yapılardan otel yapılarına kadar birçok alanda bina enerji performansı incelenmiş ve bunlarla ilgili çalışmaların yapıldığı sonucuna varılmıştır. Ancak endüstriyel alanların tasarlanmasında, ülkemizde enerji üzerine yapılan her hangi bir çalışma tespit edilememiştir (Ekim, 2019). Bundan dolayı endüstriyel alanların tasarımında dikkate alınacak bir modelin ortaya konması bu çalışmayı daha önce yapılmış çalışmalardan ayırmaktadır. Yapılmış olan bu çalışmalara baktığımızda sanayi yapılarının endüstriyel miras olarak değerlendirilmesi ve yeniden işlevlendirilmesi konuları üzerinde çalışıldığını görmekteyiz. Bununla beraber sanayi yapıları tasarımı gelişimi konuları çalışılmıştır. Sanayi yapılarında akustik incelemelerde de bulunulmuştur. Ayrıca Konya kenti için hazırlanmış olan tez çalışmalarında da sanayi yapılarının gelişimi, plan şemaları gibi konular çalışılmıştır Fakat endüstriyel alanlarda yer alan sanayi yapılarının çevresel etkileri ve enerji performansları hakkında yapılmış çalışmalara yer verilmemiştir. Bu tez çalışması endüstriyel alan tasarımında enerji performansını iyileştirme konusunda çözüm önerisi oluşturmak amacıyla hazırlandığından dolayı diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Bulanık mantık yöntemi ise mimarlık ile ilgili çalışmaların bir kısmında yer almıştır. Fakat endüstriyel alan tasarımında enerji ihtiyacı tahminlerinde kullanılmasına yönelik çalışma yapılmamıştır. Bu kapsamda, endüstriyel alanların enerji performanslı

tasarlanmasına yönelik bir model yaklaşımının geliştirildiği bu tez çalışması, uluslararası ve ulusal literatür ile mimarlık disiplinini buluşturacak bir özgünlüğe sahiptir.



2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Endüstriyel alanların tasarımında sanayi yapılarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını azaltmak için yapılan bu çalışmanın kavramsal altyapısını oluşturan konulara yer verilmiştir. Binalarda endüstriyel alanlar ve enerji performanslı tasarım hakkında bilgiler bu bölümde ele alınmıştır.

2.1. Sanayileşme Süreci ve Sanayi Alanlarının Tasarımı ve Planlanması

Sanayi kelimesi köken olarak Latince industria'dan gelmiştir ve maharet, hüner anlamında kullanılmaktadır (Sadatlou, 2014). Sanayi kelimesinin sözlük anlamlarına baktığımızda, başlangıçta ekonominin eşlik ettiği, inorganik-mekanik güç ve makine ile yapılan bir üretim şeklidir (Bayülgen, 2003). Türk Dil Kurumu (TDK) sözlüğünde sanayi kelimesi “ham Maddeleri yapılı bir hale sokmak için uygulanan eylemlerin ve bu eylemleri uygulamak için kullanılan araçların tümü” şeklinde tanımlanmıştır (TDK, 1998). Sanayi yapısı ise, üretim yöntemleri ile ürünün üretilmesi ve bununla ilgili eylemler bütünüdür gerçekleştirildiği diğer bir ifadeyle iş akışının organize edildiği üretim mekânına verilen isimdir (Bayülgen, 2003). Bu bölümde sanayileşme süreci üzerinde durulacak ve ardından sanayi yapısı olgusu planlama ve tasarım yaklaşımlarına kısaca değinilecektir.

2.1.1. Dünya’da ve Türkiye’de sanayileşme süreci

Sanayi ile ilgili, makine kullanarak hammaddeyi ürüne dönüştürme sürecini kapsar (Velioğlu, 1992), Hammaddeleri ürüne dönüştürmek için yapılan eylemlerin ve bu eylemleri yapmak için kullanılan araçların tümü (Hasol, 1995) şeklinde tanımlarla karşılaşmaktayız. Sanayileşme ise anamalin teknoloji seviyesinin yükselmesi ve bu yolla verimliliğin artması olarak belirlenmiştir (Hançerlioğlu, 1999). Aslında sanayileşme bir üretim tekniği olarak, insanoğlunun bilgi dünyasında ve doğa üzerindeki egemenliğinin artmasında önemli bir kademeyi belirtmektedir (Atalık, 1968). Kısaca sanayi bir üretim tekniği olarak doğa-insan-ürün arasında belli bir ilişki biçimidir (Kıraç, 2001). Türkiye’ de ve Dünya’da sanayileşme ile ilgili gelişmelerden aşağıda bahsedilmiştir.

2.1.1.1. Dünya’da sanayinin gelişimi

Tarih öncesi dönemlerde insanoğunun yiyecek elde etmek ve hayvanlardan korunmak amacıyla yaptığı faaliyetlerinin, bilinen ilk sanayi faaliyeti olduğu düşünölmektedir (Meydan Larousse, 1992). Hayatta kalabilmek için korunmak ve üretmek zorunda olunduğu bu dönemlerde, insanoğlu önce taşları sonra da hayvan kemikleri ve boynuzlarını biçimlendirmiştir. Sonraki dönemlerde de tarım, hayvancılık, avcılık ve madencilik faaliyetleri ile sanayi tarihini başlatmışlardır. Kölelik sisteminin hakim olduğu ilkçağda, her türlü ekonomik faaliyet, toprak veya endüstri zenginliklerinin üretilmesi kölelere mal edilmiş işler olarak görölmüştür. Bu durum ilkçağlarda büyük ölçekli sanayi faaliyetlerinin yapılamamasına sebep olmuştur (Kıraç, 2001).

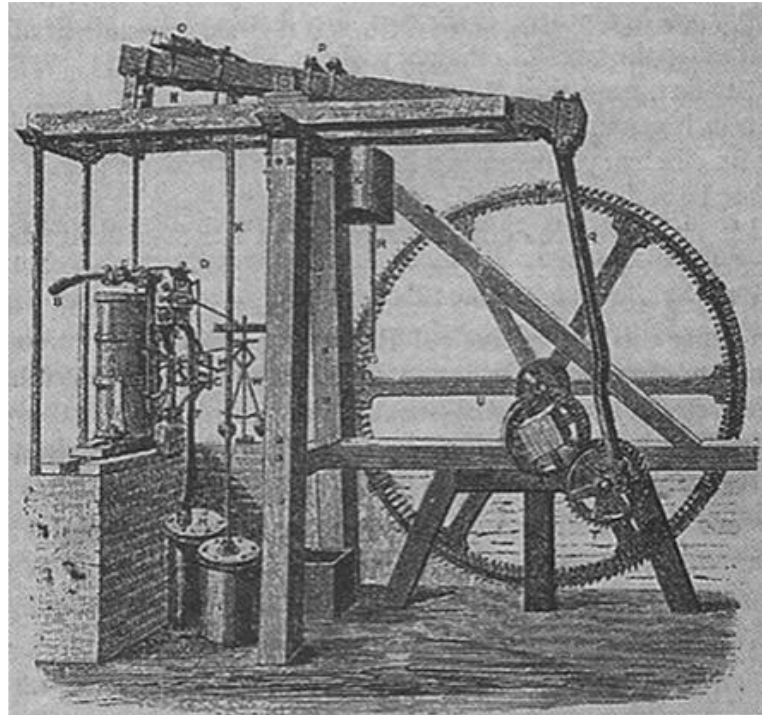
Bronz ve demir çağlarında dokuma ve deri işleme faaliyetleri gelişmiştir. Modern çağın öncesindeki zaman dilimi boyunca sanayi daha çok zanaat biçiminde kalmıştır. Bu dönemde çok az sayıda bulunan atölyelerde çalıştırılmak için Güney Amerika ve Afrika’dan köleler, Portekiz, İspanya, Fransa ve İngiltere gibi Avrupa’nın denizcilikte ileri seviyede olan ölkelerine getirilerek çalıştırılmıştır. Bu şartlarda çalışma düzeni kölelik sistemi üzerine kurulmuştur. Sistemin bu şekilde işlemeye başlaması ile her türlü emeğe dayanan işlerin kölelerin yapması gereken eylemler olarak görölmeleri ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı sanayinin gelişmesi kölelik sisteminden olumsuz etkilenmiştir (Emre, 2008). Ortaçağda, su gücüyle çalışan değirmenler ve çarklı düzenekler sayesinde tahıl öğütme, bitkisel yağ çıkarma, kumaş dokuma, deri işleme, kâğıt çekme gibi işlerin yürütöldüğu fabrikalar ortaçağın temel sanayi alanları olarak düşünölmektedir (Kıraç, 2001). 9. yüzyıl sonlarına doğru kuzey Avrupa bölgesi insanların Akdeniz’e yönelerek açtığı ticaret yolları, ortaçağın alışlagelmiş kapalı ekonomisini açılmaya zorlamıştır. Bahsedilen şartlardaki Avrupa sanayisi 12. ve 13. yüzyıldaki Haçlı seferlerinin yol açtığı yeni ticari gelişmeler ile daha büyük ekonomik faaliyetleri kapsamaya başlamıştır. Bu gelişmeler ortaçağın sonuna doğru son bulmuştur (Kıraç, 2001). 15. Yüzyılın sonuna doğru ticaretin yaygınlaşması, Avrupa’ya mal gönderen ve sadece eyalet veya şehir sınırları içinde kalmayan, yaygın sanayi kollarının gelişmesine olanak sağlamıştır. Bu kollar arasında en büyük pay bez ve kumaş üretiminde görölmektedir. Bu sektör Hollanda ve İngiltere’de gelişen ilk sanayi olmuştur. (Meydan Larousse, 1992). Bu yüzyılda Rönesans fikrinin ortaya çıkmasıyla, sanayi devriminin fikirsel itici gücü ve ekonomik altyapısı oluşmaya başlamıştır. 16. yüzyılın ikinci yarısından sonra Avrupa nüfusunu hızla artması, coğrafi keşifler ve onların

sonuçları, tarım alanında geliştirilen teknikler, sanayi devriminin temelini oluşturmuştur (Tülücü, 2007).

18. yüzyılın sonlarıyla 19. yüzyılın başlarında yaşanan teknolojik gelişmeler, buhar gücünün enerji kaynağı olarak üretime dâhil edilmesi, makineleşmenin yaygınlaşması sanayileşme sürecinde önemli ölçüde hız kazandırmıştır. 1769'da Watt'ın buhar makinesini icat etmesi sanayi devriminin başlangıcı olarak kabul görmektedir (Şimşek, 2006).

Sanayi devrimi 18. Yüzyılda İngiltere'de ortaya çıkmış ve bütün dünyayı etkilemiş bir harekettir. Sanayi devrimi dünya üzerinde ticaret, hammadde, iş gücü dengelerini tamamen değiştirmiştir. Ülkelerin politikalarını yeniden gözden geçirmesine neden olmuştur. (Freyer, 2014). Sanayi devrimi ile geleneksel yöntemlerle yapılan üretim sisteminden, makinelerle yoğun toplu üretim tekniğine geçilmiştir. (Supple, 1963). 19. yüzyılın ortasından itibaren, özellikle 20. yüzyılda sanayileşme Avrupa dışındaki daha uzak ülkelere de yayılmıştır. Avrupa dışındaki ülkelerde özellikle Kuzey Amerika ve Sovyetler Birliği'nde, yeni çok büyük ham madde ve enerji kaynakları ile bütün ülkelerde sanayi sisteminin imkânları gelişmeye başlamıştır. Sanayi devrimiyle birlikte kendine yeten, sınırlı yaşama çevrelerinin yerine, tüm insanları, tüm ihtiyaçları içine alan evrensel bağlantılar sistemine geçilmiştir (Freyer, 2014).

James Watt'ın buhar makinesi icadı sanayi devriminin başlangıcı ve sembolü olarak görülmektedir (Şekil 2.1). James Watt'da bir alet yapımcısıdır.



Şekil 2.1. James Watt'ın icat ettiği buhar makinesi

İşgücü kaynaklarının temeli olan insan ve hayvan gücünden makinelere geçmesiyle dünya üzerinde birçok alanda değişimler yaşanmıştır. Sanayi öncesi çağlarda köylüler daha çok kendi evlerini yaparlar, kendi yiyeceklerini üretir, kendi giysilerini dokurlarlardı. Fabrikalaşma ile insanlar artık, hayatta kalabilmek için gelişmeleri takip etmek zorunda kalmıştır. İnsanlar hayatlarını devam ettirebilmek için paraya bağımlı olmak zorunda kalmışlardır. Bu bağımlık, temel üretim yönteminden çok farklı olduğundan dolayı, tüm güç dengelerini de değiştirmiştir (Toffler, 1992). Dünya’da büyük devletlerin geçirdiği dalgalanmalar gibi birçok olayın sebebi sanayi devrimidir (Ulusoy, 2015).

2.1.1.2. Türkiye’ de sanayinin gelişimi

Sanayileşme 1299 yılında kurulan Osmanlı İmparatorluğu’nda düzenli ve örgütsel bir sistem içerisinde kendini göstermiştir. Batı toplumlarıyla sürekli ilişki içinde olan Osmanlı İmparatorluğu da Sanayi Devrimi’nden etkilenmiştir. Sanayi alanındaki gelişmeleri kendi siyaseti içerisinde takip etmiş ve uygulamaya geçirmiştir. Avrupa ülkelerinin makineli bir üretim devrine geçmediği 15. ve 17. yüzyıllar arasında avcılık, sanayi yönünden dünyanın ileri seviyede olan ülkelerinden birisi olarak Osmanlı İmparatorluğunun kabul edilmekte olduğu görülmektedir. Genel olarak birçok sanayi ürününün İmparatorluk sınırları içerisinde üretildiği görülmektedir. Özellikle, “*Lonca*” sistemi adı verilen ve üretilen ürünlerin satış yöntemleri ile fiyatlarını belirleyen yerel kuruluşlar yoluyla el sanatları ileri bir seviyeye ulaşmıştır (Emre, 2008).

Sanayi devriminin yaygınlaşmasıyla fabrikalar ilk dönemlerde tüm dünyada devlet tarafından yapılmış ve işletilmiştir. Pek çok fabrika orduların ihtiyaçlarını karşılamak için kurulmuştur. Osmanlı İmparatorluğu’nda da diğer ülkelerde olduğu gibi sanayi tesisleri uzun yıllar boyunca sadece devlet eliyle kurulmuş ve işletilmiştir. Osmanlı İmparatorluğu kuruluşundan yıkılışına kadar 623 yıl ayakta kalmıştır ve bu yıllar boyunca pek çok savaşa katılmıştır. Savaşlardan başarı ile çıkabilmek için oldukça gelişmiş bir ordu sistemine sahip olması gerekmektedir. İstanbul’un fethinden önce Bursa ve Edirne başta olmak üzere 2 tophanenin olduğu düşünülmektedir. 18. yüzyılda sanayi devriminin Avrupa’da ortaya çıkması ve bütün dünyaya yayılıyor olması ile bu üretim tesisleri ve teknikleri yetersiz hale gelmiştir (Genç, 2013).

18. yüzyılda ve 19. yüzyılın başlarında devlet tarafından kurulan imalathaneler sanayi devriminden önceki teknolojiyi kullanmayı sürdürmüşlerdir. 1830'lar ve 1840'larda Osmanlı Devletinde Avrupa'dan en son teknolojiyi kullanan makineler getirilerek devlet bünyesinde ve temelde ordu, donama ve sarayın taleplerini karşılamak üzere bir çok fabrika kurulmuştur. Büyük çoğunluğu İstanbul ve çevresinde kurulan bu fabrikalar arasında en önemlileri Yedikule'den Küçükçekmece'ye kadar uzanan alanda kurulmuş olan yünlü, pamuklu, dokuma fabrikaları (1719), Feshane (1833), tophane (1842-1918) ve tersanelerle demir dökümhaneleridir. Hereke'deki ipekli dokuma fabrikası(1843) da aynı düşünce ile ortaya çıkan girişimin bir parçasıdır (Şekil 2.2), (Şekil 2.3), (Pamuk, 2003).



Şekil 2.2. Feshane (1833)



Şekil.2.3. Tophane-i Amire (II. Abdülhamit Dönemi/ 1842-1918)

Cumhuriyetin ilanı sonrasında 17 Şubat 1923'te İzmir'de I. İktisat Kongresi yapılmış ve özel sektörün teşvik edilmesi görüşülmüştür, bu amaçla 1923'te Türkiye İş Bankası, 1924 yılında Sanayi ve Maadin Bankası (Bu banka daha sonra 1923 yılında Sümerbank olmuştur) kurulmuştur. 1927 yılında ise gümrük, vergi gibi bazı kavramlar ulusal sanayinin canlandırılması hedefiyle getirilmiştir. Devletin aldığı bu tedbirler sonucunda 1927 yılında yapılan sanayi tespiti için sayımda 65.000 dolayında işletme olduğu ortaya çıkmıştır. Bu işletmelerin %43.5'u tarım, %23.8'i dokuma, %22.6'sı maden, makine ve onarımı tesisleridir (Ertin, 1990).

Birinci Dünya Savaşı'na kadar olan dönemde kurulan en büyük sanayi tesisleri yünlü, ipekli ve pamuklu tekstil dallarında bez, kumaş ve iplik üreten fabrikalardır. Bunun yanında çeşitli gıda maddeleri, sabun ve yağ fabrikaları ile tuğla ve çimento gibi inşaat malzemeleri üreten imalathaneler tesis edilmiştir (Ökçün, 1970).

1946 yılında devlet yatırımlarının kabul eden bir beş yıllık sanayi planı hazırlanmıştır. 1947 yılında ulaşım ve enerji sektörlerine yatırımın artırıldığı, özel teşebbüsün teşvik edildiği, devletçi-korumacı anlayışın tamamen terk edilmeye başlandığı bir "Türkiye Kalkınma Planı" hazırlanmıştır (Pamuk, 2015).

2.1.2. Sanayi yapısı olgusu planlama ve tasarım yaklaşımları

Sanayi yapısı, bir ürünün üretilmesiyle ilgili eylemlerin gerçekleştirildiği ve iş akışının bazı üretim yöntemleri ile organize edildiği üretim mekânıdır (Bayülgen, 2003) (Sarı, 2007). Türk Dil Kurumunun İktisat Terimleri Sözlüğünde ise sanayi yapısı 'işgücü kullanılarak, makine veya teknik yöntemlerle ara malların başka bir mal hâline dönüştürüldüğü mekân' olarak ifade edilmektedir (Özüdoğru, 2010).

Sanayi yapılarında, eylemler bütünü ile bunların sonucunda ortaya konulan üretim faaliyetinin, üretim yöntemine ve üretim şekline göre gerekli mekân ihtiyaçları ortaya çıkmaktadır. Tüm bu ihtiyaçlar doğrultusunda; üretim teknolojisine, iş akışına ve ihtiyaç duyulan diğer gereksinimlere göre fonksiyonel ve ihtiyaçlara cevap veren yapılar ortaya koymak gerekmektedir (Sarı, 2007).

Endüstri yapılarında, çeşitli ürünlerin üretimleri yapıldığından dolayı, yapılar kendi içlerinde de pek çok farklılıklar göstermektedirler. Bundan dolayı, sanayi tesislerinin planlama aşaması çok karmaşık bir organizasyon çerçevesinde çok uzun bir süreci kapsamaktadır. Konu ile ilgili olan birimler kendi arasında düzenli bir işbirliği ve

organizasyon yapmış olması, olması gereken nitelikteki sanayi yapısının ortaya çıkarılması bakımından oldukça önem taşımaktadır (Sarı, 2007).

Endüstriyel yapıların planlama çalışmaları, kurulacak olan endüstri yapısına etki eden faktörler doğrultusunda verilecek olan temel kararlarla başlar. Bu temel kararlar, proje ekibi arasında ki sağlıklı bir organizasyonla oluşturulmalıdır. Bu aşamada; yapıda hangi üretimin gerçekleştireceği, yapının hangi bölgede kurulacağı, finansman destekçisinin kim olduğu, yapıya ne kadar bütçe ayrıldığı, endüstri yapısının hangi sistemle yapılacağı, yapının ne kadar sürede üretime geçirileceği, gibi pek çok sorunun cevapları karara bağlanmalıdır. Endüstriyel alanların, planlamasının başarılı olabilmesi için ilk olarak yapı içinde gerçekleştirilecek üretim süreci verimli bir şekilde çözümlenmelidir. Bu sebeple iş akışı, makine yerleri, malzeme nakli, , organizasyon depolama gibi konulara hâkim olunması ve bu konulara uygun bir yerleşim tasarlayarak en verimli mekanın oluşturulması gerekir (Sarı, 2007).

Endüstriyel yapılarda arazi seçimi, endüstri tesislerinin üretim alanlarına göre, kendine özgü önceliklere ve ihtiyaçlara bağlıdır. Bundan dolayı, endüstri tesislerinin kendileri için belirledikleri faktörler farklılık gösterebilmektedir (Alagöz, 2009). Kentleşme süreci içinde endüstriyel alanlarda yer seçimi, bölgeler arası farklılıkları önlemek ve ülke nüfusunun dengeli dağılımını sağlamak için çok önemli bir güçtür. Bu yerleşme anlayışı içerisinde, endüstriyel alanların ihtiyaçlarını karşılayabileceği ve serbestçe gelişebilecekleri alanları belirleyerek, bu imkânları sağlayamayacak yerlere yerleşmesinin yasaklandığı yerleri belirlemek gerekmektedir (Suher, 1965).

Sanayileşmenin yaygınlaşması ile birlikte, üretim için iş gücüne olan ihtiyaç büyük oranda artış göstermiştir. Bu bağlamda, iş gücünün endüstriyel alanların yakınına yerleşmesi veya tesisin iş gücüne yakın yerlerde kurulması yaygınlaşmıştır (Kıraç, 2001). Endüstrinin sürekli gelişen yapısı sebebiyle, yeni mekânsal ihtiyaçlar oluşmakta ve yer seçimi kararları farklılık göstermektedir (Eraydın, 1992). Bu faktörler dikkate alınarak yer seçimi yapılan endüstri yapılarının bir takım sorunlarla karşılaşması muhtemeldir. Bu sorunlar içerisinde;

- Şehir dokusuna yakın olan endüstri yapılarının meydana getirdiği hava, su, toprak kirliliğinin ve görsel kirliliğin meydana gelmesi,
- altyapının uygun olmaması,
- hammaddeye ve pazara uzaklık,
- enerji kaynaklarının az olması,
- ulaşımın aksaması,

- yeterli işgücünün bulunamaması,
- iklim koşullarının uygunsuz olması,
- arazi maliyetlerinin yüksek olması
- haberleşme imkanlarının yeterli olmaması,

Gibi durumlar sayılabilmektedir (Kıraç, 2001). Her etken için doğru bir yerleşim yeri olsa da, tüm kriterlerin aynı oranda etkili olabileceği bir yerleşim yeri bulmak imkansızdır. Bundan dolayı tüm etkenler göz önüne alınarak, optimum yerleşim yeri tespiti yapılabilmelidir (Alagöz, 2009).

Endüstri yapısının oluşumunda ilk aşamayı, iş verimi ve işin maliyetini etkileyen tasarım şartı oluşturmaktadır. Endüstri yapılarında, pek çok ürünün üretimleri yapıldığı için, yapılar kendi içerisinde çok farklılıklar göstermektedirler. Bu kapsamda, endüstri tesislerinin üretim türlerini, her tesisin kendisine özgü önceliklerini ve ihtiyaçlarını dikkatli bir şekilde belirlemek gerekmektedir (Alagöz, 2009). Başarılı bir endüstri yapısı tasarımı, tesisin üretim kapasitesinin en yüksek seviyede olması ve maddi sorunların olmaması kriterlerine uygunluğundan anlaşılmaktadır. Sanayi yapılarına ait planlamada dikkate alınacak faktörler aşağıda belirtilmiştir:




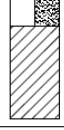



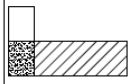




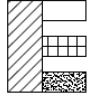



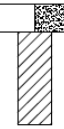








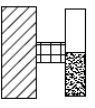



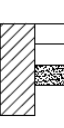
- İş akış şeması, üretim işlemlerinin birbirleri ile ilişkileri hammaddenin, depolardan üretim bölgelerine dağılımı ve ürünün depolara ulaştırılması süreçlerinin şema olarak ifade edilmesidir (İlgürel, 2003). Bu akış şeması iyi bir şekilde çözümlenmelidir.
- belirlenen ve geliştirilen iş akış şeması verilerine uygun ve bu şemaya bağlı, makine donanımını tespit etmek gerekmektedir.
- Üretim anında oluşan fiziksel durumları göz önünde bulundurarak, bina dış kabuğuna ve iş akış şemasına uygun, strüktürel kurguyu belirlemek gerekmektedir.
- Yapı ve mekan tasarlanırken, üretim çeşidine, alan ihtiyacına ve maliyete göre bina yüksekliği ve kat adetini belirlemek gerekmektedir.
- Tek katlı endüstri yapıları, genellikle ağır makine ve tezgâhların olduğu üretim mekanlarında, zemin alanına daha fazla ihtiyaç duyulduğu durumlarda ve arsa fiyatlarının ucuz olması nedeniyle planlanmaktadır. Bu tip yapılarda, ofis mekânı ihtiyacını gidermek için asma kat düşünülebilmektedir. Bina açıklık ve kat yüksekliği, bu tip yapılarda çok katlı yapılara göre fazladır.
- Karma endüstri yapılarında; tek katlı fabrika mekanı ve çok katlı idari mekanlar bulunmaktadır (Gönül, 2000).
- Uygulama evresinde, Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) Raporu'nu göz önüne alarak, çevre sağlığına uygun teknolojik malzemelerin kullanımını sağlamak gerekmektedir.

Aksi takdirde, çevre bakanlığı tarafından, çevre sorunları ortaya çıkarabilecek bir Endüstriyel yapının yapımına izin verilmemektedir (ÇED yönetmeliği, 1997).

- Endüstri tesisleri planlaması yapılırken imar yönetmeliklerinde yer alan kurallara, arsa seçimi, kalorifer ve tesisat, sığınak, teknik donatılar, otopark alanları depolama alanları, gibi düzenlemelerde uyulması zorunludur.

Sanayi tiplerinin oluşumunda, teknoloji ve fonksiyon gibi iki önemli etkenden söz edilebilmektedir. Fonksiyona bağlı olarak biçimlenen endüstri yapısı, zamanla teknolojinin gelişmesiyle değişim gösterebilmektedir (Kıraç, 2001).

Endüstri yapıları, çalışma alanına ve üretilen ürünün cinsine bağlı olarak değişen aydınlık koşullarında üretim yapmaktadır. Eskiden endüstri yapılarında enerji ve sıcaklık bakımından daha verimli olan gün ışığından yararlanmak için, ürün akışı da dikkate alınarak, I, L, E, T, U, H, F formları verilmiştir (Şekil 2.4) (Kıraç, 2001). Günümüzde ise endüstri yapıları, bu formların yanında dikdörtgen, kare veya blok şeklinde, hatta dairesel formlarda inşa edilmektedirler. Dikdörtgen form, en rasyonel çözümleri üreten ve flexibilete kriterlerine en uygun tasarım formudur (Dinç, 2004).

TİP	İDARİ BİRİM	İŞÇİ BİRİMİ	ÜRETİM BİRİMİ	YEMEKHANE-ÇEKİRDEK	SANAYİ FORMU
I TİPİ					
L TİPİ					
E TİPİ					
T TİPİ					
U TİPİ					
H TİPİ					
F TİPİ					

Şekil 2.4. Sanayi yapılarına verilen formalar (Alagöz, 2009)

2.2. Enerji Performanslı Tasarım

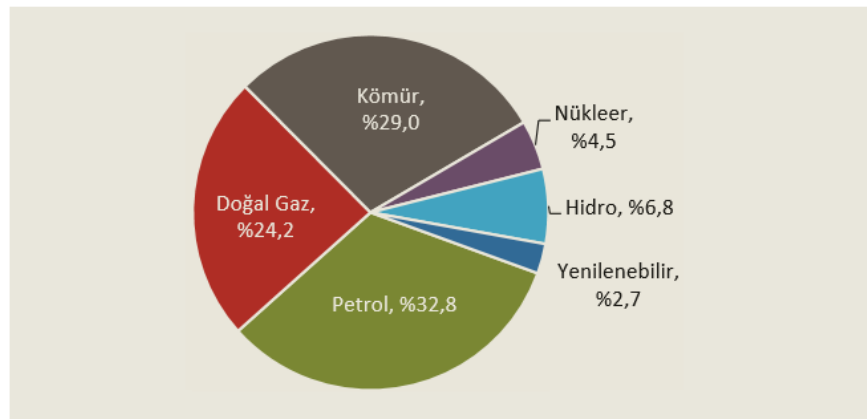
Enerji sorunu, artan sanayileşme ve hızla ilerleyen teknolojik gelişmeler ile günümüzün en büyük sorunlarından biridir. Tasarlanan çevrelerde yaşamı boyunca büyük ölçüde enerji ihtiyacı duymaktadır. Çalışmanın bu bölümünde, öncelikle enerji nedir konusu üzerinde durulmuş ve ardından binalarda enerjinin kullanımı ve korunumu konusuna değinilmiş, ardından enerji etkin bina tasarımı parametreleri hakkında bilgilere yer verilmiştir.

2.2.1. Enerjinin tanımı

Enerji insanların yaşamını sürdürülebilmesi için en büyük ihtiyaçlardan biridir. Kısaca enerji ‘iş yapabilme yeteneği’ olarak tanımlanmaktadır (Kaplan, 2018). Genel anlamda enerji, hayatın alışılan konfor koşullarının devamını sağlayan, insanların barınma, ısınma ve ulaşım gibi günlük ihtiyaçlarını karşılayan bir araçtır (Atmaca, 2010).

Enerji bir ülkenin ekonomik olarak güçlenmesinde sanayi sektörünün temel taşı olduğundan, insan yaşamının olmazsa olmaz temel parçalarındandır. 18. yüzyılda gerçekleşen endüstri devrimi sonrasında, sanayileşmenin hız kazanması, hızlı nüfus artışı, artan teknolojik gelişmeler ile enerjiye duyulan ihtiyaç artmış ve hızla artmaya devam etmektedir (Kaplan, 2018). Enerji bakımından zengin olan ülkelerin ekonomik olarak da güçlü durumda olmasının temel nedeni, enerjinin en önemli sanayi girdisi olma özelliğidir (Doğan, 2010).

Enerji kaynaklarını, yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak gruplandırabiliriz. Kömür, petrol, doğalgaz gibi enerji kaynakları yenilenemez enerji kaynaklarıdır. Bu kaynaklar fosil kökenlidir, doğada sınırlı rezervlere sahiptir. Bundan dolayı yenilenemez enerji kaynakları olarak adlandırılmaktadır. Günümüzde çevresel zararlarına rağmen fosil kökenli yakıtların kullanımı oldukça yaygındır (Şekil 2.5). Aynı zamanda enerji tüketiminde yenilenemez enerji kaynaklarının kullanımı da, yenilenebilir enerji kaynaklarına oranla oldukça fazladır.



Şekil 2.5. 2015 Yılı küresel birincil enerji tüketim oranları (BP Energy Outlook to, 2035) (Kaplan, 2018)

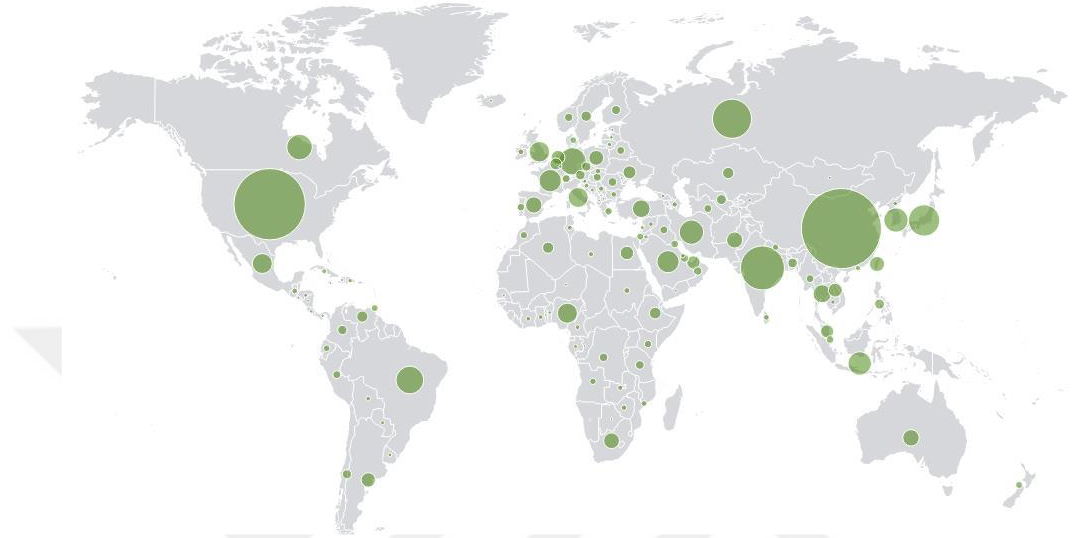
Fosil kökenli enerji kaynakları çevreye çok büyük zararlar vermektedir. Bunlar arasında; insan sağlığının zarar görmesi, iklim değişikliği, doğal ekosistemin bozulması, küresel ısınma, hava ve su kirliliği gibi birçok çevresel sorun gösterilebilir. Fosil kökenli

yakıtlarla ilgili bir diğere sorun da enerji kaynaklarının giderek azalmasıdır. Her an tükenme riski ile karşı karşıya olan fosil kökenli enerji kaynaklarının azalmasının bile büyük krizlere hatta dünya savaşlarına yol açabileceği göz önünde bulundurulursa, alternatif enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılmasının ve enerji verimliliğinin artırılmasının önemi ortaya çıkmaktadır.

Tarih içerisinde enerjinin kullanımına bakılacak olunursa, insanoğlu Eski çağlarda, enerji kaynağı olarak hayvan gücünden yararlanmıştır ve vahşi hayvanlara karşı savunma amacıyla da ateşi kullanmıştır. Ateşin enerjisinden faydalanmak ve rüzgârın esişinden yararlanmak, manyetik alanların keşfinde de kullanılmıştır. Çin’ de bundan yaklaşık 3000 bin yıl önce keşfedilen kömür batıya Marco Polo ile nerdeyse 1500 yıl kadar sonra gidebilmiştir. Avrupa’da Hollanda ve İngiltere’ de çıkarılmaya başlanılan kömür madeni tüm Avrupa’ya sonra da Kuzey Amerika’ ya yayılmıştır (Atmaca, 2010).

İskoçya’da 1763’ te James Watt tarafından bulunan buhar gücüyle çalışan makinaların endüstriyi ortaya çıkarmıştır ve sonrasında 18. Ve 19. yüzyıllarda Avrupa’daki sermaye birikimi artmış ve bu artış ile birlikte (endüstri devrimi) kömür enerji kaynağı olarak kullanılmıştır. Bunun sonucunda da kömürün değeri artmıştır. Tüm bu gelişmeler olurken 1800’lerde bilim insanları sıvı yakıtım daha doğru bir seçim olacağı yönünde görüşler bildirerek, kömüre alternatif enerji kaynakları önermeye başlamışlardır. 1839’da Edmond Becquarel, güneş ışığından elektrik üretilebileceğini keşfetmiş ve bu yüzyılın sonlarına doğru yel değirmenleri ve jeotermal kaynaklar ile elektrik üretimine başlanmıştır. Bu sırada Pensilvanya’ da petrol bulunmuş ve yan ürünlerinin üretimine başlanmıştır. 1900’lerde ilk otomobilin yapılması ve seri üretimine başlanmasıyla birlikte taşımacılık alanında petrol tüketimi artmıştır. 1973’de yaşanan petrol krizi ve uygulanan petrol ambargosu ile benzin fiyatlarındaki artış kıtlığa yol açmış ve kıtlık nedeniyle bir bölgeye veya kaynağa bağlı olmayan, yenilenebilir enerji kaynaklarını önemi ön plana çıkmıştır. Ortaya çıkan bu kriz, bir anlamda zehirli gaz ve atık bırakan ve kaynağın tükenme riskiyle insanlığı karşı karşıya getiren fosil kökenli yakıtlardan başka enerji alternatifleri çözümlerinin aranmasına yol açmıştır. Bundan dolayı bu süreç “enerji devrimine yakılan yeşil ışık” olarak adlandırılmaktadır. 1980’ li yıllarda, Avrupa ve Amerika’ da daha fazla enerji kaynağı aramak ve bulmak yerine enerjii daha az tüketmek yani enerjii tasarruflu kullanmak düşüncesi gelişmiştir. Avrupa Güneş Enerjisi Birliği Eurosolar Başkanı Hermann Scheer, “Enerji üretiminde özel ve bölgesel değil evrensel kaynaklara yönelmek, insanlığın geleceği açısından en doğru karardır” açıklamasında bulunmuştur (Atmaca, 2010).

Ülkelerin enerji tüketim değerleri dağılımları Şekil 2.6.'da verilmektedir. Dünya'daki enerji tüketim değerlerine baktığımızda, en fazla enerji tüketim değerine sahip olan ülkelerin başında Amerika, Çin, Rusya ve Hindistan bulunmaktadır (IEA, Atlas of Energy, 2015). Türkiye ise enerji tüketimi bakımından 19. sırada yer almaktadır.



Şekil 2.6. Ülkelere göre enerji tüketim değerleri dağılımı (IEA, Atlas of Energy, 2015)

Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2015 verilerine göre enerji tüketim değerleri sıralamasında 19. sırada yer alan Türkiye'nin toplam enerji tüketim değerlerinin yıllara göre dağılımı Şekil 2.7.'de verilmiştir. Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre Türkiye'nin 2015 yılı enerji tüketim değerleri 93.504 Mtoe iken en fazla enerji tüketimine sahip olan Çin'in enerji tüketimi 1.910.000 Mtoe değerindedir. Bu değer her ne kadar Çin'in enerji harcama değerlerine göre düşük bir değer gibi görünse de Türkiye'nin de enerji tüketim değerinin düşürülmesi için önlemler almak gerekmektedir. (IEA, Turkey: Balances for 2015, 2015).



Şekil 2.7. Türkiye enerji tüketim değerleri artışı(1970-2015) (IEA, Turkey: Balances for 2015, 2015)

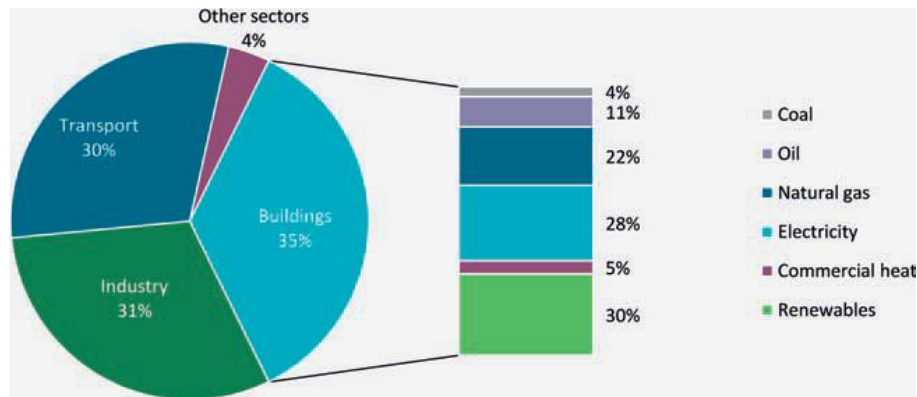
Enerji ihtiyacının hızlı artışı çevresel sorunların yanı sıra ekonomik ve küresel sorunlara da yol açmaktadır. Fosil yakıt tüketiminde artan yoğun talep nedeni ile fosil kökenli yakıt fiyatlarındaki artış, insanları enerji tüketiminde tasarrufa yönlendirmektedir. Sonuç olarak çevresel sorunlara karşı sera gazı emisyonunun, enerji tüketiminin ve çevresel etkilerinin azaltılmasının küresel bir hedef olarak belirlenmesi zorunlu hale gelmiştir (Karagözler, 2018).

Enerji talebini karşılamak amacıyla genellikle kullanılan fosil enerji kaynaklarının yakın gelecekte tükeneyeceğinin ve enerji fiyatlarında büyük artışların olacağı bilinmesi, ülkeleri yeni enerji kaynakları arayışına sokmuştur. Ülkeler sahip oldukları potansiyelleri en verimli şekilde değerlendirmeli ve kendi enerji üretim ve tüketim dengesine hâkim olma konumuna gelmelidir. Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Türkiye ekonomisi, diğer ülke ekonomileri gibi enerjisi hızla büyüyen bir ekonomi olduğundan dolayı, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişki, ülke enerji politikalarının planlanması çalışmalarında oldukça önemlidir (Doğan, 2010).

2.2.2. Binalarda enerji kullanımı ve korunumu

Günümüzde, hızla artan nüfus yoğunluğunun sonucu enerji tüketiminin artması ve aynı zamanda enerji kaynaklarının sınırlı olması ülkelerin enerji politikalarını yenilemesini ve enerjinin etkin kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir (Karagözler, 2018). Sektörlerin enerji tüketim yüzdelerine ve CO₂ salınımlarında bakıldığında yapı sektörünün çok yüksek bir paya sahip olduğu görülmektedir. Şekil 2.8. 'de görüldüğü gibi

Uluslararası Enerji Ajansı(IEA) verilerine göre enerji tüketiminin yaklaşık %35'ini yapılar oluşturmaktadır (IEA, Transition to Sustainable Buildings, 2013).



Şekil 2.8. Sektörel bazlı enerji tüketimi (IEA, Transition to Sustainable Buildings, 2013)

Avrupa Birliği'nin hazırladığı rapora göre ise, enerji tüketiminin yaklaşık % 40'ını ve CO₂ emisyonlarının % 36'sını binalar oluşturmaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre, dünyanın elektrik tüketiminin yaklaşık yüzde 60'ının konut ve ticari binalarından kaynaklanması ile birlikte, bu kullanım coğrafi konum, iklim ve tüketim modellerine göre büyük ölçüde değişmektedir (IEA, Transition to Sustainable Buildings, 2013).

Türkiye'de enerji harcamasının sektörel dağılımına bakılacak olursa, konutlar ve kamusal yapılar dâhil yapı sektörü, toplam enerji tüketiminde % 35 oranında paya sahiptir. Yapıların toplam enerji tüketimindeki sahip olduğu pay ve Türkiye'nin enerji kaynakları açısından dışa bağımlı olma durumu göz önüne alındığında, yapılarda enerji tüketiminin azaltılmasının ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının önemini artırmaktadır (Karagözler, 2018).

Enerji tüketiminin büyük bir kısmını oluşturan binalar aynı zamanda, enerji tasarrufu sağlayabilmek için önemli bir potansiyeldir. Verimli olmayan tüketim alışkanlıkları; ısıtma, sıcak su temini, soğutma, havalandırma, aydınlatma gibi ihtiyaçlardan dolayı binalarda enerji tüketimi diğer sektörlerle göre daha fazladır. Bununla birlikte, son yıllarda meydana gelen kentleşmedeki artışla birlikte binaların enerji tüketimindeki payı da giderek artmakta ve bu payı azaltacak yöntemlerin geliştirilmesinin önemi de artmaktadır (Kaplan, 2018).

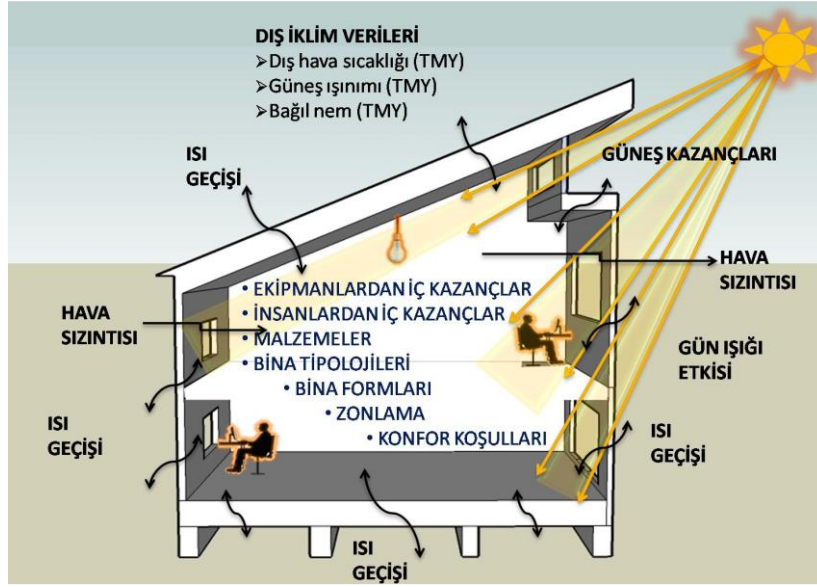
Türkiye Ulusal Enerji Ajansı'nın verilerine göre enerji tüketimini azaltılması için alınacak önlemler bakımından binalar en verimli alanlardan biridir. Ajansın 2050 yılı için

öne sürdüğü tahminlerinde, binalarda enerji verimliliği ile yaklaşık olarak 1.5 milyon tonluk petrole eşdeğer enerji tasarrufu sağlanabileceği tahmin edilmektedir. Bu önlemlerin alınması ile inşaat sektöründen kaynaklanan CO2 salınımının da önemli ölçüde azalacağı aşikârdır (International Energy Agency, 2010).

Yapılarda enerji tüketiminin önemli bir bölümü, yapı içi konfor ihtiyaçlarını karşılamak için ısıtma, havalandırma ve soğutma sistemleri için harcanmaktadır. Harcanan enerji fosil kökenli yakıtlardan karşılanmaktadır. Bu da önemli çevresel ve ekonomik sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Fosil kökenli yakıtların kullanılması sonucunda atmosfere salınan karbondioksit gibi sera gazları, küresel ısınmaya sebep olan başlıca nedenlerden olarak kabul edilmektedir (Sev, 2009). Artan enerji maliyetleri ve oluşan çevre kirliliği gibi etkenler ülkeleri enerji etkin binalar inşa etmeye zorlamaktadır. Bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması zorunlu bir unsur haline gelmiştir.

2.2.3. Enerji performansı bağlamında tasarım parametreleri

Binaların ısıtma, soğutma, aydınlatma gibi mekanik ve iç kazançlardan kaynaklı enerji ihtiyaçlarını belirleyerek bina enerji performansını ve sınıfını belirlemek, enerji etkin bina tasarımının değerlendirilmesi için önemlidir. Kullanıcı konforunu göz önünde bulundurup enerji harcamalarının büyük oranda azaltılarak, bina enerji performansının üst düzeyde olması hedeflenmektedir. Binalarda kullanılan enerjinin dünyadaki toplam enerji harcamalarında %40-45'lik bir paya sahip olduğu göz önüne alındığında, enerji tasarrufunun önemi daha net bir şekilde anlaşılacaktır (Yılmaz, 2006) .



Şekil 2.9. Bina performansını etkileyen etmenler (URL-2)

Bina enerji performansını etkileyen parametreleri;

- İklimsel veriler,
- Bina yönelme durumu,
- Bina geometrisi (bina boyut özellikleri),
- Bina dış kabuk özellikleri başlıkları altında incelenebilir.

Bu parametreler hakkında ki bilgiler aşağıda verilmektedir.

2.2.3.1. İklimsel veriler

İklim, yeryüzünün herhangi bir noktasında hava olaylarına bağlı olarak oluşan etkilerin uzun yılların süren ortalamaları olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2013). Dış ortam iklimini oluşturan iklim verileri binalarda enerji korunumunda etkili olan ve konfor koşullarını önemli ölçüde etkileyen verilerdir (Yılmaz, 2000). Binaların bulunduğu bölgenin coğrafi ve iklimsel ve özellikleri tasarım aşamalarında büyük bir öneme sahiptir. Çevresel iklim verilerinin özellikleri ve etkileri ile tasarımların yapıldığı bölgenin bulunduğu yarım küre, enlem, boylam, deniz seviyesinden yüksekliği, yeryüzü şekilleri gibi coğrafi özellikleri tasarıma ilişkin süreçleri etkilemektedir (Berköz, 1983).

Binalarda ki enerji harcamalarının büyük bir bölümü iç ortam konfor koşullarını sağlamak için ısıtma enerjisi ihtiyacında kullanılmaktadır. Bu enerji harcamalarının en büyük nedeni hava sıcaklığıdır.

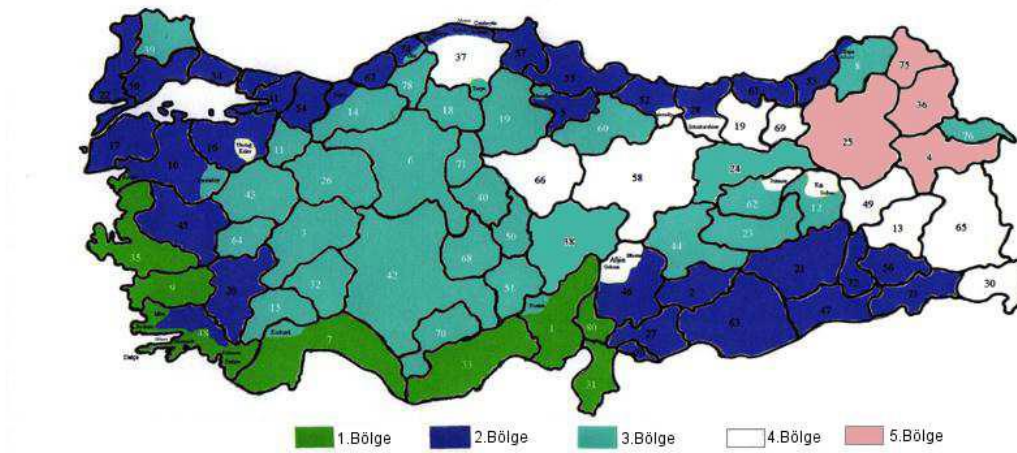
Sıcaklık, 24 saatlik periyotlarla tekrarlanan, güneş ışınımına göre değişen, iklim elemanıdır. Sıcaklığı değiştiren etmenler, arazinin eğimi ve yüksekliği, yön, enlem, mevsim, gün ve saattir (Özüer, 2012).

L. Zeren ve ark. (1987) Türkiye'deki iklim bölgelerini soğuk iklim bölgesi, sıcak kuru iklim bölgesi, sıcak nemli iklim bölgesi, ılımlı kuru iklim bölgesi ve ılımlı nemli iklim bölgesi olmak üzere 5 ana iklim bölgesine ayırmıştır (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. Türkiye'deki iklim bölgeleri haritası (Zeren, 1959)

Türk standartları enstitüsünün TSE 825'de 2013 yılında yayınladığı verilere göre ise Türkiye 5 iklim bölgesine ayrılmıştır. TSE 825'e göre Türkiye'deki hangi kentin hangi iklim bölgesinde olduğu Şekil 2.11.'de gösterilmektedir.



Şekil 2.11. TSE 825'e göre Türkiye'deki iklim bölgeleri haritası

2.2.3.2.Bina yönlenmesi

Bina tasarımlarında genellikle yönlenme faktörü mevcut yol aksı esas alınarak yapılmaktadır. İmar çalışmaları yapılırken binaların da doğru yönlendirilmelerini sağlamak amacıyla yol aksları bölgesel iklim şartlarına göre dizayn edilmelidir. Aykal ve ark. (2009)' nın da bahsettiği üzere kentlerin imar planlarının, bina aralıkları ve binaların birbirine göre konumları, iklim, aydınlık durumu, yönlenme, hava sirkülasyonu gibi çevresel etkenlerin göz önüne alınarak hazırlanması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte doğru yönetmelik ve standartların uygulanmasıyla binaların enerji performansının arttırılabileceği vurgulanmaktadır (Kaplan, 2018). Yerleşmede bölgesel olarak iklimsel etkilerin olumlu optimizasyonu hedeflenmelidir. Bu sayede yapay ısıtma enerjisi ihtiyacı ve hava kirliliğinin azalması sağlanabilir (Koca, 2006). Güneş ışınımının konfor koşullarına etkisi, binanın yönlendiriliş durumuna göre de optimize edilebilmektedir (Özdemir, 2005).

Farklı yönlere yönelmiş olan yüzeyleri etkileyen güneş ışınımı şiddeti farklıdır ve dolayısıyla binaların birbirine göre aralıkları gibi binanın yönü de cephelerin doğrudan güneş ışınımından yararlanma oranını, dolayısıyla toplam güneş enerjisi kazancını etkileyen en önemli tasarım parametrelerinden birisidir (Yılmaz, 2005). Binanın bulunduğu iklim koşullarının özelliklerine göre yönlendirilmiş olması tasarımın önemli adımlarındandır. Bina dış kabuğunun güneş ışınımı ile kazandığı ısı miktarı, iç ortam hava sıcaklığına etkisinden dolayı konfor kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir (Kaplan, 2018).

Binaların yönlendirilmesinde en önemli kriterlerden biri güneş enerjisinden soğuk mevsimlerde maksimum kazanç sağlamaktır. Kış aylarında binanın ısıtma ihtiyacı için harcadığı enerji miktarını azaltacak yönde binanın yönlendirilmesi sağlanmalı, yaz aylarında ise soğutma ihtiyacı için tüketilen enerji miktarını azaltacak şekilde güneşten ışınlarından kaçınılmasını sağlanmalıdır. Binanın tasarlanacağı alanın iklim koşullarına göre yapı yönlendirilmelidir. Sıcak iklim bölgelerinde güneşe yönelim, soğuk iklim bölgelerine oranla daha az tercih edilmelidir. Binanın bulunduğu alanın iklim koşulları göz önüne alınarak, yapının tükettiği enerji miktarını en az seviyede tutmak için, ortam koşulları bina enerji performansı bakımından düzenlenmeli dolayısıyla bu temel prensipler göz önünde bulundurularak bina yönlendirilmelidir (Kaplan, 2018).

2.2.3.3.Bina geometrisi

Bina geometrisi diğer parametreler gibi bina enerji performansı konusunda önemli bir yere sahiptir. Bina geometrisi, bina biçimi veya bina formu olarak da adlandırılabilir.

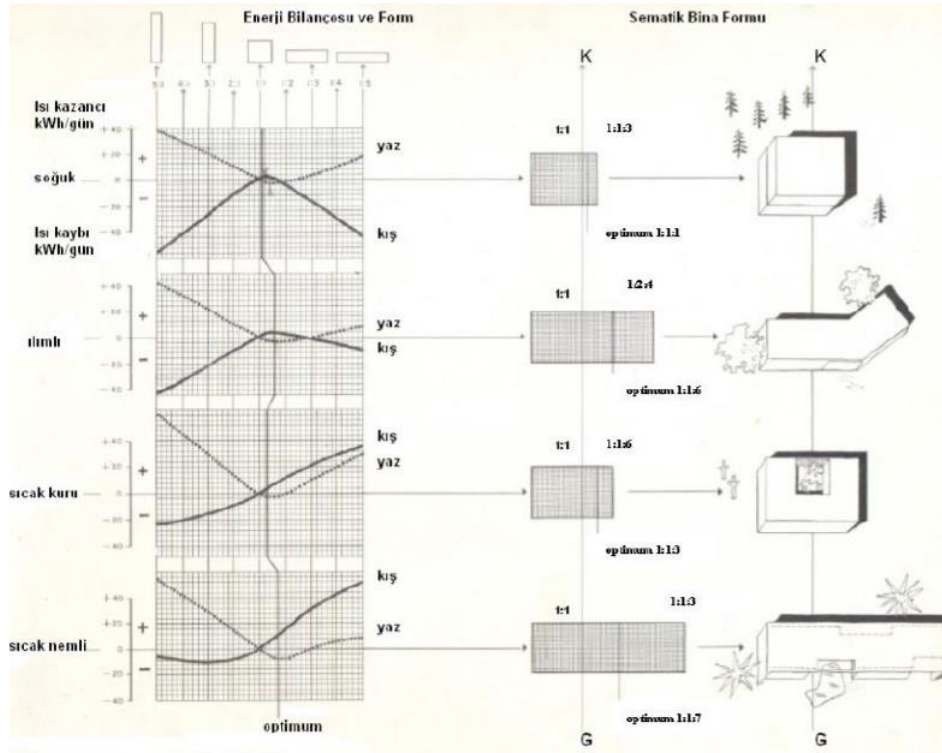
Binaların biçimi, bina uzunluğunun bina derinliğine oranı, binaların yüksekliği, düz, beşik, kırma gibi çatı türü, çatı eğimi, cephe eğimi ve özellikleri gibi geometrik değişkenlerle tanımlanmaktadır (Berköz, 1983). Kısaca binanın dış kabuğunun geometrik özellikleri bina formunu oluşturmaktadır. Binaların ısı kayıp ve kazançları sahip olduğu forma göre değişebilmektedir. Binaların bulunduğu iklim bölgelerine göre en uygun bina formu tercih etmek binanın enerji performansını olumlu yönde etkileyecektir (Kaplan, 2018).

Herhangi bir yaşama alanını çevreleyen ve onu dış ortamdan ayıran bina kabuğunun geometrik özelliklerine bağlı olarak,

- Binaların toplam dış yüzey alanı
- Cephe ve çatı yüzeyleri arasındaki oranlar
- Farklı yönlere yönlendirilmiş ve farklı eğimlerdeki cephe ve çatı yüzey alanları farklılık gösterir (Berköz ve ark, 1995).

Olgvay'ın 1992 yılında yaptığı çalışmaya göre yapıların soğuk ve sıcak kuru iklim bölgelerinde kompakt formda yani kareye yakın formlarda düşünülmesi, sert iklim koşulları etkilerine karşı minimum yüzey alanı oluşturacağından enerji tasarrufu bakımından en iyi sonuçları verecektir. Ilıman ve sıcak nemli iklim bölgelerinde ise uzun ve ince dikdörtgen yapı formları doğal havalandırma ve gün ışığından faydalanma noktalarında avantaj sağlayacaktır (Olgvay, 1992).

Yapının biçim oranları hakkında daha önce Olgvay tarafından yapılan çalışmalarda dört farklı iklim bölgesi için optimum oranlar verilmiştir (Olgvay, 1992).



Şekil 2.12. İklim bölgelerin bina formları (Olgvay, 1992)

Kare tabanlı ve aynı hacimlere sahip fakat farklı kütle oranlarına sahip yapılar dikkate alındığında, binaların yükseklikleri arttıkça ısı kayıpları artmaktadır. Isı kayıplarının en aza indiği ideale yakın yapı formunu Dörter (1994), binanın yüksekliği ile derinliği arasındaki oranın 1:4 olduğu formdur şeklinde tanımlamaktadır. İklim tipine bağlı olarak biçimin optimizasyonu etkilidir.





İlman nemli iklim bölgeleri için de bina biçimleri değişkenlik gösterir. Soğuk dönemde güneş enerjisinden en yüksek derecede yararlanılmalı, sıcak dönemde ise doğal havalandırma ve gölgelenme sağlanmalıdır. Binalarda düşünülecek olan girinti ve çıkıntılar ile bu özellikler sağlanabilir. Sıcak kuru iklim bölgesinde yapı hem güneş ışınımından korunmalı, hem de gölgelenme özelliğini sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Bu yüzden kompakt formda kütleler tercih edilmeli, avlulu formlar ile de gölgeli alanlar elde edilerek bina kütlesi artırılıp kabuğun alanı artırılmalıdır (Demirtaş, 2011). Soğuk iklim bölgelerindeki yapılarda ısı kayıplarını en az düzeye indirecek küp formlara yakın kompakt formlar tercih edilmelidir. Bina kabuğunda hareketli yüzeylerden kaçınılmalıdır (Erikçi, 2013).

2.2.3.4.Bina dış kabuk özellikleri

Binaların duvar, döşeme, tavan, kapı, pencere, gibi dış dış ortam koşullarına açık olan tüm elemanlar bina dış kabuğunu oluşturmaktadır. Bina dış kabuğu özellikleri tanımlanırken bina kabuğunu oluşturan her bir malzemeye ait termofiziksel özellikleri ile tanımlanmaktadır. Bina kabuğunun yapım aşamasında ki maliyeti toplam inşaat maliyetinin yaklaşık 15-40%'ına karşılık gelirken, enerji maliyetleri de dahil yaşam dönemi maliyetlerine etkisi 60% civarındadır (Lechner, 1991). Yapı kabuğu, iç çevre ve dış çevreyi birbirinden ayıran, düşey, yatay ve eğimli tüm yapı elemanı bileşenlerinden oluşan yapı ögesidir. Enerjinin en az seviyede kullanımını sağlayarak çevresel sorunları ve enerji harcamalarını azaltmakta etkisi olan ve konfor şartlarının oluşmasını sağlayan bina kabuğu kazanılan ve kaybedilen ısı miktarının belirlenmesinde büyük oranda etkiye sahiptir (Kaplan, 2018). Binanın ısısal performansını etkileyen bina kabuğu dış çevre şartlarını değiştirerek iç çevreye ileten ve bu şekilde iç ortam koşullarının oluşmasında rol oynayan en önemli tasarım parametrelerinden biridir (Yılmaz, 2005).

Efe tarafından 2009 yılında yapılan çalışmaya göre farklı iklim bölgeleri için tercih edilmesi önerilen dış kabuk özellikleri aşağıdaki çizelgede yer almaktadır.

Çizelge 2.1. İklim bölgelerine göre tercih edilebilecek yapı kabuğu özellikleri (Efe, 2009)

Sıcak- Nemli İklim Bölgesi		<p>Duvarlar: Isı depolama kapasitesi düşük, açık renkli, güneş ışınımı yansıtıcılığı yüksek duvarlar, hafif konstrüksiyon.</p> <p>Pencereler: İç ve dış mekan arasında hava hareketlerine izin veren direkt güneş ışınımından korunma amacı ile gölgelendirilen, geniş açıklıklar.</p> <p>Çatılar: Hava hareketine izin veren yükseltilmiş eğimli çatı.</p>
Sıcak- Kuru İklim Bölgesi		<p>Duvarlar: Günlük dış hava sıcaklıkları değişiminin büyük olması nedeni ile termal kütle etkisi sağlayan (ısı depolama kapasitesi yüksek) masif duvarlar.</p> <p>Pencereler: Avlu yönünde büyük, dış cephede küçük açıklıklar.</p> <p>Çatılar: Güneş ışınımının ısısal etkisini azaltan düz çatılar.</p>
İlmlı-Kuru, İlmlı-Nemli İklim		<p>Duvarlar: İç mekanda konfor koşullarını sağlayacak yalıtım değerine sahip duvarlar.</p> <p>Pencereler: Gerekli ısı kontrolünü sağlayacak büyüklükte açıklıklar.</p> <p>Çatılar: Uygun izole edilmiş eğimli çatı.</p>
Soğuk İklim Bölgesi		<p>Duvarlar: Isı depolama kapasitesi yüksek, iyi izole edilmiş masif duvarlar.</p> <p>Pencereler: İyi izole edilmiş, gerektiğinde çok katlı camlı açıklıklar.</p> <p>Çatılar: İyi izole edilmiş, eğimli çatı.</p>

Yerel iklimsel koşulların özelliklerine bağlı olarak pasif iklimlendirme ile iç çevrede yılın belirli dönemlerinde iklimsel konfor şartları oluşturulabilir. Yılın diğer dönemlerinde, şartlar değiştiği için iç çevrede oluşan iklimsel durumun konfor şartları farklılık gösterecektir. Bu nedenle yapay ısıtma ve iklimlendirmeye ihtiyaç duyulacaktır. Amaç minimum yapay iklimlendirme enerjisi ihtiyacına dayalı konfor koşullarını sağlayan bir iç çevre oluşturmak olduğundan, yapı kabuğunun minimum yapay ısıtma ve iklimlendirme desteğine ihtiyaç duyulmasına olanak verecek optimum pasif tasarım ögesi olarak işlevini yerine getirmesi sağlanmalıdır (Özdemir, 2005).

Binaların dış kabuğunun tasarımında amaç en az düzeyde enerjiye ihtiyaç duyan iç mekânlar oluşturmaktır. Bundan dolayı yapı dış kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri, iç iklimsel konfor koşullarını optimum değerlerde sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Binaların tasarlanacağı arazinin iklimsel verilerine göz önünde bulundurularak kabuk tasarımı yapılmalıdır. Bina kabuğunun enerji performansını etkileyen özellikleri aşağıdaki ana başlıklar altında incelenmektedir (Kaplan, 2018).

a. Isısal Konfor ve Enerji Korunumuna yönelik parametreler

Toplam ısı geçirme katsayısı (U) değerinin en az düzeyde olması durumunda kabuğun ortalama ısı geçirme katsayısı düşecektir ve bununla birlikte kabuktan ısı transferi azaltılarak, ısıtma enerjisinden tasarruf sağlanabilmektedir (Berköz, 1995).

Yapı kabuğundan geçen ısı ve buna bağlı olarak değişen duvar iç yüzey sıcaklığı ısısal konforu etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bundan dolayı, kabuk iç yüzey sıcaklıklarının belirlenmesinde dolaylı ve doğrudan etkili olan yapı kabuğun ısı ve nem geçişi ile ilgili özellikleri, enerji korunumu ve ısısal konfor bakımından en uygununu gerçekleştirecek şekilde belirlenmelidir (Şerefhanoglu, 1981).

b. Bina Kabuğu Opak Yüzeyle Yönelik Parametreler

Bina kabuğunda ısı akışının olduğu opak yüzeyler: dış duvarlar, çatı döşemesi ve zemine (toprağa) oturan döşemedir. Isı geçişleri iç ve dış ortam arasında ki sıcaklık farkı nedeniyle oluşur ve ısının akış yönüne göre binada ısı kaybı ve kazançları meydana gelir. Diğer bir ifadeyle, bina dış kabuğu sahip olduğu ısı direnç özelliği ile doğru orantılı olarak ısı akışını azaltır. Bu sayede iç ortamdaki hava sıcaklığı korunmuş olur ve binaların ısıtma ve soğutma enerjisi tüketimleri azalır. Bundan dolayı döşeme, duvar, gibi kabuk bileşenlerini oluşturan yapı elemanlarının ısı ile ilgili fiziksel özellikleri (termofiziksel özellikler), kabuk elemanı içerisindeki yerleşimleri ve kalınlıkları önem kazanmaktadır. Bina kabuğuna yönelik malzeme seçimleri enerji performansı ve termal konfor açısından önemlidir (Solmaz, 2015). Bir binanın ısı kaybı, dış kabuğun birim yüzey alanı, iç ve dış hava sıcaklık değerleri ve dış kabuk malzemelerinin U değerlerine bağlıdır (Naidj, 1998).

Bina kabuğu temel bileşenlerinin ısı geçirme katsayısı ve ısı kütlesi kapasitesi özellikleri binadaki ısı akışını belirleyen temel özelliklerdir ve binanın enerji performansı üzerinde etkilidir. Kabuk bileşeninin ısı geçirme katsayısı (U değeri) bileşenin toplam ısı direncinin tersi alınarak hesaplanır. Isı direnci ise malzemenin ısı iletkenlik hesap değeri ve kalınlığına bağlıdır. Yapı malzemelerinin ısı iletkenlik hesap değeri, malzemenin ısı enerjisini kayıp ve kazançları bakımından önemli termofiziksel özelliklerindedir. Kabuk

bileşenlerinin U değerinin düşük olması, diğer bir ifadeyle ısı direncinin yüksek olması kabukta meydana gelecek olan ısı akışını düşürür ve bu sayede iç ortam hava sıcaklığı korunarak enerji ihtiyacında azalmalar sağlanır (Zorer ve Gedik, 2014). Bundan dolayı yapı malzemelerinin ısı iletkenlik hesap değerleri ve malzeme kalınlığı gibi özellikleri bina enerji performansı bağlamında dikkat edilmesi gereken parametrelerdir (Solmaz, 2015).

c. Bina Kabuğu Saydam Yüzeyle Yönelik Parametreler

Yapı kabuğunda bulunan pencereler ve kapıların varsa cam kısımları binalarda saydam yüzeyler olarak adlandırılırlar. Bu bileşenler güneş enerjisinin ve gün ışığının içeri alınmasını sağlarlar. Saydam yüzeyler gelen güneş ışınımının 80%'inden daha fazlasını mekan içerisine ilettikleri için pasif güneş tasarımlarında önemli role oynamaktadır. Diğer yandan ısı iletkenlik değerlerinin yüksek olmasından dolayı saydam yüzeyler, bina kabuğunun ısı iletimi bakımından en zayıf noktalarından biridirler (Lechner, 1991). Binalardaki enerji tüketimini etkileyen önemli etkenlerden biri saydam bileşenin boyutu ve yönlenmesidir (Atmaca, 2016).

Bina kabuğunun saydam bileşenleri, dış çevreyle görsel ilişkiyi kurma, doğal aydınlatma, doğal havalandırma ve dış ortamdan gelen gürültüyü engelleme gibi konfora yönelik çeşitli görevleri üstlenir. Kabuk saydam bileşeni olan pencerelerin tasarımı binanın tüketeceği enerji düzeylerini etkilemektedir. Saydam bileşenler güneş ışınımını iç mekana alması nedeniyle güneşten sağlanacak ısı kazancında önemli rol oynamaktadır. Saydam bir yüzey, opak yüzeye kıyasla daha az ısı bariyer oluşturduğundan, yüksek oranda ısı kazanç ve kayıplarına yol açabilmektedir. Bu nedenle, kabuk saydam yüzey elemanları olan camların boyutları, kullanılacak camın optik ve termofiziksel özellikleri ve doğrama tipi dikkate alınarak seçim yapılması bina enerji performansı açısından büyük önem taşımaktadır (Ayçam ve Utkutuğ, 1999).

Kabuktaki saydam yüzeylerin alanı binanın enerji performansı üzerinde etkili olan önemli parametreler arasındadır. Saydam yüzey alanının kabuk bütününe oranı enerji performansına yönelik sıklıkla kullanılan bir parametredir. bu oran arttıkça binanın yönelimine göre güneşten sağlanacak ısı kazançları ve aynı zamanda kayıpları da artacaktır. Bu nedenle, pencerelerin boyutları ve konumu binanın enerji performansı ve termal konfor açısından önemlidir. Saydam yüzeylerden kaynaklanan ısı kazanç ve kayıplarına yönelik diğer bir önemli parametre, camın ısı geçirme katsayısı yani U değeridir. Bu değer pencereyi oluşturan katmanların (cam, boşluk, boşluğu dolduran gazın cinsi, film tabakaları, çerçeve)

hepsini kapsayan ortalama bir değerdir. Bu değerin soğuk dđnemde ısı kaybını azaltması, dikkate alınarak belirlenmesi gerekmektedir (Solmaz, 2015).



3. ALAN ÇALIŞMASI

Çalışmanın bu bölümünde ilk olarak alan seçimi ile ilgili bilgilere yer verilmiştir. Daha sonra çalışma alanı olarak belirlenen Konya oto sanayi yerleşkesinde yapılan incelemeler ve araştırmalar sonucu elde edilen bulgular anlatılmıştır. Alanda yapılan incelemeler sonucu elde edilen veriler ışığında endüstriyel alanlarda yer alan sanayi binalarının enerji performansı açısından dikkate alınması gereken tasarım parametreleri düzenlenmiştir. Devamında sanayi yapılarının yıllık ısıtma enerjisi hesaplamalarında kullanılacak hesaplama yöntemi TSE 825 hakkında bilgilere yer verilmiştir ve son olarak oluşturulan alternatiflere göre binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının hesaplanması konusu.

3.1. Alan Seçimi

Endüstriyel alanlarda bulunan binaların kullandığı enerji miktarının azaltılması, çevre kirliliğini azaltmanın yanında ekonomik faydalarda sağlayacaktır. Konya Kentinde de sanayi alanları önemli bir yerleşim oranına sahiptir. Kentte 1934 ha'lık alan kaplayan sanayi alanları; Merkezde 38 olmak üzere, il genelinde toplam 60 adet küçük sanayi sitesi ve 9000 civarında işyerinden oluşmaktadır (Ulusoy, 2015). Sanayi alanları, Konya kent bütününde toplam yerleşme alanının %8,5'ini teşkil etmektedir. Kentte yerleşme alanının önemli bir bölümünü kaplayan sanayi alanları konut yerleşimleri ile ayrılmadığından dolayı kentte büyük bir kirliliğe neden olmaktadır. Bu alanların enerji ihtiyacının azaltılması kent ve ülke ekonomisine büyük katkı sağlayacaktır. Ayrıca bu alanlarda fosil kökenli enerji kaynaklarının kullanımının azaltılması çevreye verilen zararı önemli ölçüde azaltacaktır. Konya Kenti sanayi alanları arasında yer alan oto sanayi yerleşkeleri zamanla konut yerleşkeleri içerisinde kalmıştır. Bu alanlar kentte kirliliğe sebep olmaktadır. Bundan dolayı bu sanayi alanlarının yeni bir yere taşınması gündeme gelmiştir. Alanda yer alan işyerlerinin ihtiyaçlarına cevap verebilecek özelliklere sahip tasarlanacak olan binalarda enerji ihtiyacının azaltılması bu alanın oluşturduğu sorunlara çözüm üretebilecektir. Bu bağlamda çalışma alanı olarak oto sanayi olarak da adlandırılan Konya Eski sanayi ve Karatay sanayi sitesi yerleşkeleri incelenmiş ve verilerin bu alanlardan toplanması sağlanmıştır.

3.2.Mevcut Durum Tespiti

Bu bölümde ilk olarak araştırma alanı olan Eski Sanayi ve Karatay Sanayi sitelerinin yer aldığı Konya Kenti hakkında genel bilgilere kısaca değinilmiştir. Ardından sanayi yerleşkesi hakkında bilgilere yer verilmiştir.

3.1.1. Konya Kenti

Konya kent merkezi 37° enleminde, 32° boylamında yer almaktadır. Yüz ölçümü $38,257 \text{ km}^2$ 'dir ve Türkiye'nin en büyük yüz ölçümüne sahip ilidir. Kentin ortalama yükseltisi $1,016 \text{ m}$ 'dir. Kent ülke topraklarının yaklaşık olarak %5'lik bir alanını kaplamaktadır. 2015 yılı adrese dayalı nüfus kayıt sistemine göre Konya ilinin nüfusu $2.130.544$ kişidir. Konya kent merkezi nüfusu ise $1.250.482$ kişidir. Bu sayı Ülke nüfusunun %2.71'ini oluşturarak iller arası nüfus sıralamasında 7. sırada bulunmaktadır (URL-3).



Şekil 3.1. Araştırma bölgesi Konya Kenti haritası (Konya Büyükşehir Belediye Başkanlığı, 2012)

Konya Kentinin dağlık bölümlerinde ormanlık alanlar görülmektedir. Düzlük alanlar ise bozkırdır. Kentte görülen hakim iklim tipi karasal iklimdir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Karasal iklimin özelliklerinden olan soğuk ve yağış kış ve ilkbahar aylarında etkilidir ve ortalama yağışlı gün sayısının $81,6$ gün olduğu görülmektedir. Bahar aylarında sağanak yağmur ve gök gürültülü sağanak yağışlar ve

dolu görülürken kış aylarında kar ve yağmur yağışı görülmektedir. En fazla yağış alan günler ilkbahar mevsimine mayıs, kış mevsiminde ise aralık ayındadır. Uzun yıllar ortalamalarına dayanarak yıllık ortalama yağış miktarı 325,8 mm/m²'dir. Kentin geniş bir coğrafya üzerinde yayılmış olmasından dolayı daha yağışlı iklim şartlarına sahip mikro klima bölgeleri mevcuttur. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü verilerine göre, Konya Kentinde yıllık ortalama hava sıcaklığı 11,5 °C'dir. Hava kirliliğinin yükseldiği kış aylarında (ekim- mart) ortalama sıcaklık 3,0 °C'dir. Sıcaklık değerleri en sıcak ay olan Temmuz'da ortalama 23,2 °C en soğuk ay olan Ocak ayında ortalama -0,2 °C'dir. (Ceyhan ve ark. 1995).

Konya Kentinde 3 adet Organize Sanayi Bölgesi ve Büsan Sanayi Bölgesi yer almaktadır. Endüstriyel alanlarda makinadan kimyaya, şekerden çimentoya, gıdadan ambalaja, tekstilden otomotiv yedek parçaya, kâğıt sanayinden elektrik elektroniğe kadar oldukça farklı ve geniş üretim alanlarında faaliyet gösterilen işyerlerine rastlanmaktadır. Endüstriyel alanların büyük bir bölümü kent merkezinin kuzey bölümündedir.

Kentte doğalgaz kullanım oranı yaklaşık %34 civarındadır (URL-4). Konya Kent merkezinde hava kirliliğine sebep olan kaynakların başında ısınma ihtiyacından dolayı konutlarda ve işyerlerinde tüketilen fosil kökenli yakıtlar gelmektedir (Kunt, 2007). Binalardaki ısınma enerjisi ihtiyacının azaltılması kullanılan fosil yakıtlarında azaltılmasını sağlayacağından büyük oranda ekonomik kar elde edilmesinin yanında kentteki hava kirliliğinde de önemli ölçüde azalmalar görülecektir.

3.1.2. Konya Eski Sanayi ve Karatay Sanayi çevresi genel durumu

Konya Kenti'nin ilk kapsamlı imar planı 1966 yılında yapılmıştır. Bu imar planı hazırlanırken kentin yeni imar alanlarının Selçuklu ilçesinde yani kentin kuzey yönünde açılması planlanmış, Nağacı caddesi ve otogar ile başlayan imar düzenlemeleri, sanayi alanlarının, ticaret sitelerinin bu yöne doğru yönlendirmiştir.



Şekil 3.2. Eski sanayi ve karatay sanayi harita görüntüsü (google eartdan alınıp düzenlenmiştir)

Konya kentinde Eski Garaj bölgesinden başlayarak Toptancılar Sitesi, Meyve Sebze Hali, Kunduracılar Sanayi, Eski Buğday Pazarı, Eski Sanayi, Karatay Sanayi, 1. Organize Sanayi, Zafer Sanayi ve Anadolu Sanayi olarak devam eden sanayi bölgeleri mevcuttur. Kurulduğu dönemde şehrin dışında olmalarına rağmen Konya kent merkezinin kuzey gelişme aksı üzerinde yer almaları sebebiyle yeni İstanbul Caddesi üzerindeki sanayi alanları artık konut alanlarının içerisinde kalmıştır. Bundan dolayı bu alanlar konut bölgeleri içerisinde yoğun kirliliğe sebep olmaktadır.



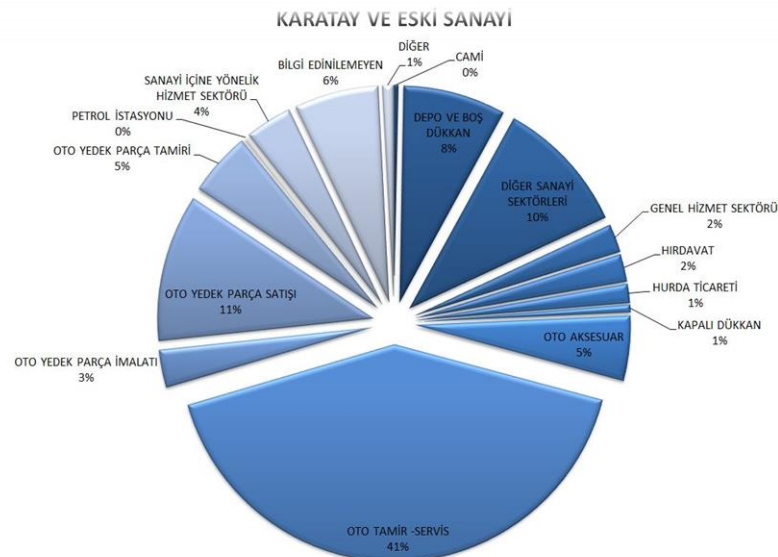
Şekil 3.3. Eski Sanayi ve karatay Sanayi sokak görüntüsü

Konya kentinde yer alan sanayi alanları daha öncede bahsedildiği gibi çeşitli faaliyetler gösteren işyerlerinden oluşmaktadır. Çalışmada inceleme alanı olarak seçilen eski sanayi ve karatay sanayinde de yer alan işyerlerinde sektörel farklılıklara rastlanmıştır. Çizelge 3.1.' de Eski Sanayi ve Karatay Sanayi sitesi yerleşkesinde bulunan işletmelerin sektörel dağılım bilgileri yer almaktadır.

Çizelge 3.1. Eski Sanayi ve Karatay Sanayi sitesi yerleşkesinde bulunan işletmelerin sektörel dağılımı (Konya Büyükşehir Belediyesi)

Sektör	Eski sanayi	Karatay sanayi	Toplam
Cami	4	5	9
Depo ve boş dükkân	147	93	240
Diğer sanayi sektörleri	38	275	313
Genel hizmet sektörü	32	34	66
Hırdavat	29	35	64
Hurda ticareti	37	7	44
Kapalı dükkân	14	4	18
Oto aksesuar	115	34	149
Oto tamir-servis	839	445	1284
Oto yedek parça imalatı	15	73	88
Oto yedek parça satışı	218	122	340
Oto yedek parça tamiri	61	88	149
Petrol istasyonu	4	3	7
Sanayi içine yönelik hizmet sektörü	73	37	110
Bilgi edinilemeyen	101	95	196
Diğer	19	6	25

Bu bilgilere göre; Konya oto sanayi sitesi yerleşkelerinde toplamda 1284 adet oto tamir atölyesi, 240 adet depo olarak kullanılan mekan, 340 adet oto yedek parça satış ofisi gibi amaçlarla kullanılan mekanlar yer almaktadır. Sanayi yerleşkesinin sektörel dağılım oranlarına bakacak olursak aşağıdaki grafik ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.4).

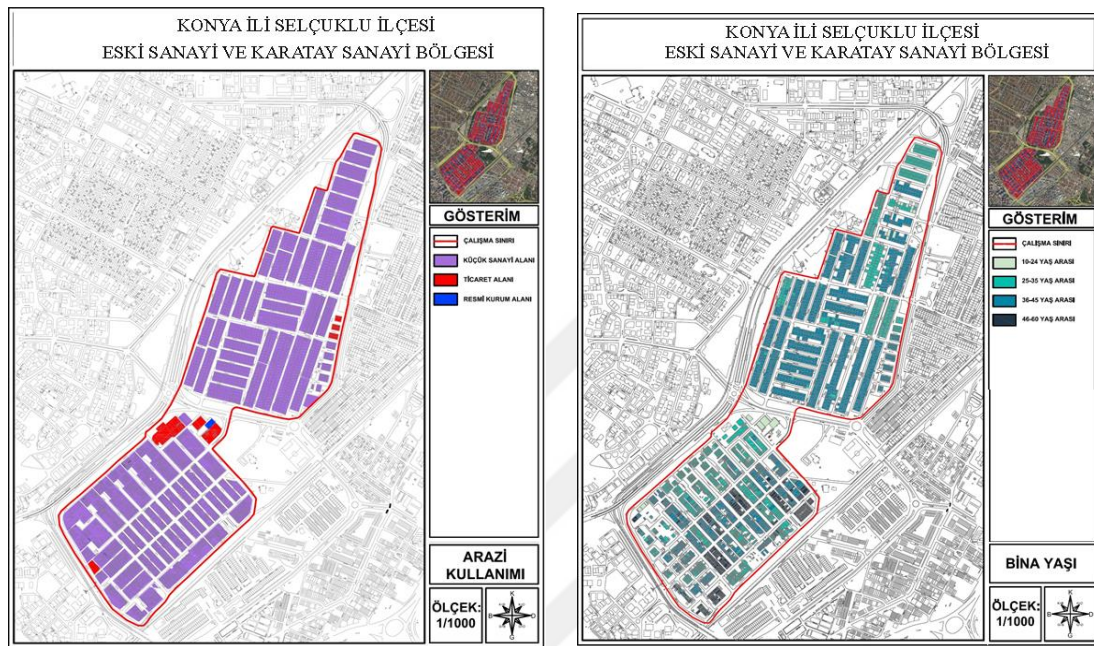


Şekil 3.4. Eski sanayi ve karatay sanayi bölgesinde bulunan işletmelerin sektörel dağılım grafiği

Bu grafikte yer alan bilgilere göre alanda yer alan sektörler içerisinde en büyük oranı %41 olarak oto tamir servisi yer almaktadır. Onu %11 ile oto yedek parça satış ofisi takip etmektedir. Bunlar dışında alanda %8 oranında boş dükkân, %5 oranında oto

aksesuar işyerleri bulunmakta geriye kalan kısım ise hırdavat, oto yedek parça imalatı gibi hizmetlerde bulunan işyerlerinden oluşmaktadır.

İncelenen alanda yer alan yapıların türleri ile ilgili bilgilere bakacak olursa, Alanın arazi kullanım paftası ve araştırılan alan sınırları içerisinde binaların yaşı ile ilgili bilgiler aşağıdaki Şekil 3.5. ve Şekil 3.6. numaralı şekillerde yer almaktadır.



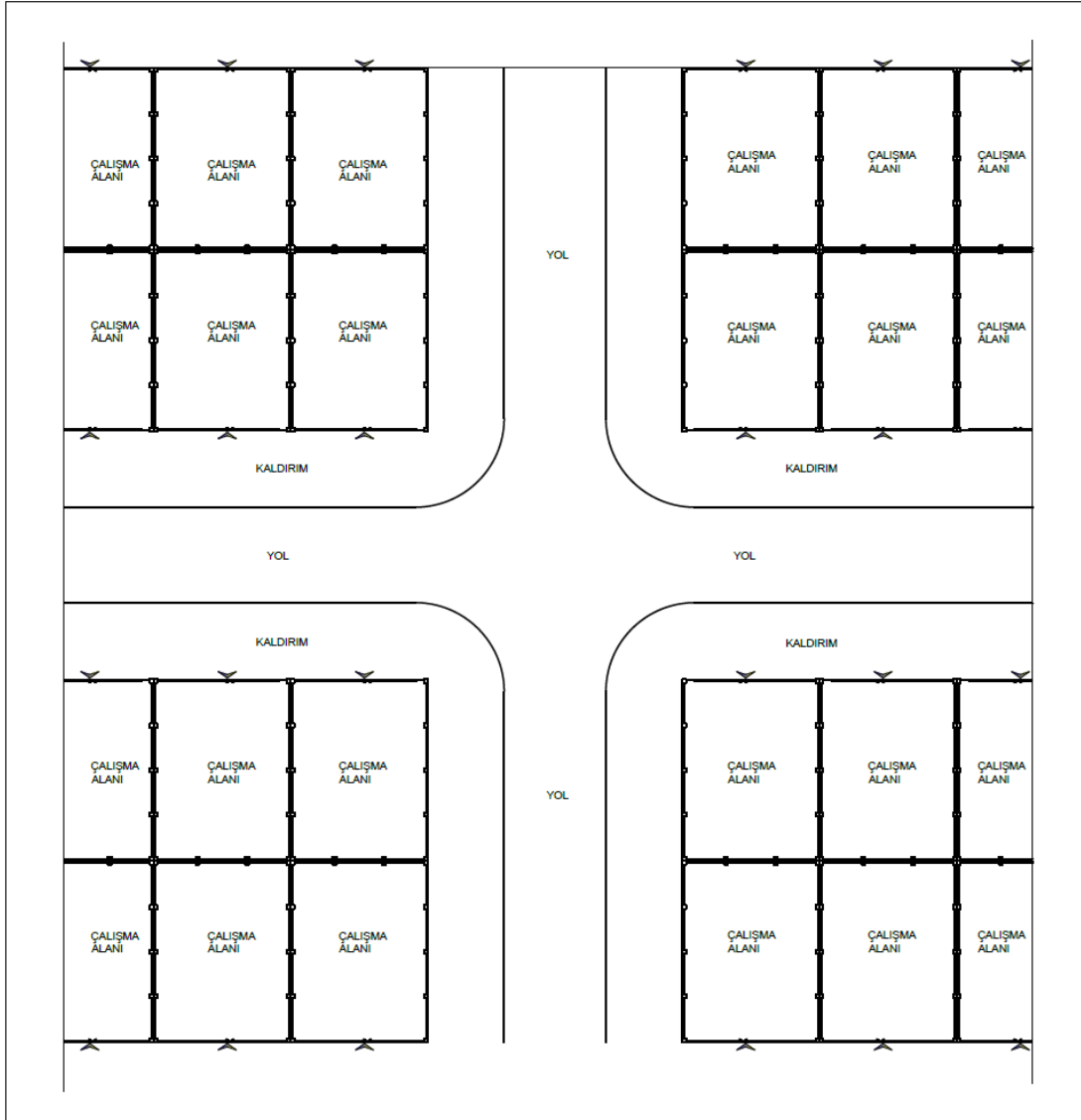
Şekil 3.5. Arazi Kullanım Paftasında Eski Sanayi ve Karatay Sanayi Sitesi Dönüşüm Alanlarının Fiziksel kullanım sektörleri gösterilmiştir.

Şekil-3.6. Bina Yaşı Paftasında Eski Sanayi ve Karatay Sanayi Sitesi Dönüşüm Alanlarında Mevcut kullanılan binaların yaş aralıkları gösterilmiştir.

Konya Eski Sanayi ve Karatay Sanayi bölgesi sınırları içinde büyük oranda küçük sanayi mekânı yer almaktadır bunun yanında az sayıda ticaret alanı ve resmi kurum gibi işyerleri bulunmaktadır. Şekil 3.6'de yer alan tespit paftasında görüldüğü gibi alanda yer alan binaların çoğunluğu 36-45 yaş aralığındadır.

3.1.3. Konya Eski Sanayi ve Karatay Sanayi sitesi ve çevresi planlama özellikleri

Eski sanayi ismi ile de anılan Motorlu Taşıtlar Sanayi sitesi 1964 yılında tornacı Hacı Mustafa Küçükünç aracılığıyla kooperatifçilik yöntemi ile kurulmuştur. Karatay Sanayi Sitesi de 1970 yılında Motorlu Taşıtlar Sanayi ile aynı bölgede, kooperatifçilik yöntemi ile kurulmuştur (Ulusoy, 2015).



Şekil 3.7. Karatay Sanayi ve Eski Sanayi sitesi yerleşkesi işyerlerinin planlanma görüntüsü

Şekil 3.7.'de görüldüğü gibi işyerleri bitişik nizam atölyelerden oluşmaktadır. Yapı blokları şeklinde tasarlanan dükkânların her biri 150 m^2 'dir. Tek mekan olarak düşünülen çalışma atölyelerinde lavabo- tuvalet, idari bina, vitrin, imalathane gibi birimlerin yapım aşamasında bulunmadığı görülmektedir. Daha sonra işyeri sahipleri istekleri doğrultusunda idari ofis gibi bölünmüş mekânlar ilave etmişlerdir. Bodrumun bulunmadığı birimler, tek cepheye sahiptir. Aşağıdaki şekilde çalışma atölyelerinin iç mekan görüntüsüne örnekler yer almaktadır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Çalışma atölyeleri iç mekân görüntüleri

Karatay Sanayi ve Eski Sanayi sitesi yerleşkesi Konya'da ilk özel toplu sanayi iş yeri girişimlerinden biridir. Kuruluşunun üzerinden yaklaşık 50 yıl geçmiş olmasına rağmen halen yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak zamanla birçok tadilatlar geçirdiği, bazı bağımsız bölümlerinin bölünerek bazılarının ise birleştirilerek kullanıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 3.9. Konya oto sanayi yerleşkesinde yer alan işletmelerin görüntüleri

Motorlu Taşıtlar sanayi, günümüzde konumu itibariyle konut bölgesi içinde kalmıştır. Bu durum çevrede meydana getirdiği kirlilik sebebiyle o bölgede yaşayan insanları rahatsız etmektedir.

3.3. Hesaplanmalarda Dikkate Alınacak Tasarım Parametrelerinin Düzenlenmesi

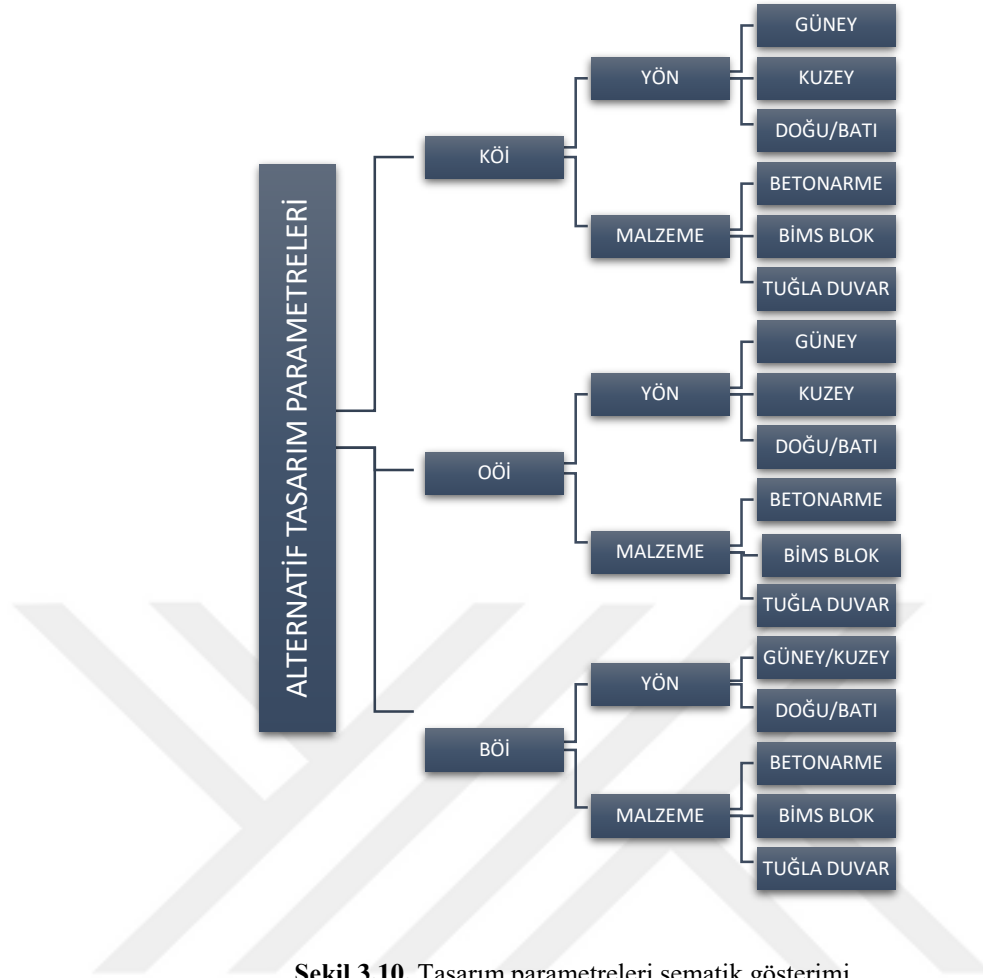
Enerjinin önemi ve binaların enerji tüketimindeki rolü göz önüne alındığında binaların tasarlanırken enerji performansı dikkate alınarak tasarlanması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Tasarımcılar binaları tasarlarken bazı kararlar almak durumundadır. Bu kararlar alınırken enerji performansını göz önünde bulundurarak tasarımlar yapılması mümkündür. Endüstriyel alanlarda kent içerisinde önemli bir alanı kapladığından dolayı endüstriyel alanların tasarımında enerji performansı göz önünde bulundurulmalıdır.

Endüstriyel alanlarda tasarlanırken enerji performansı açısından dikkat edilmesi gereken tasarım parametreleri olarak;

- Bina Geometrisi (Boyut Özellikleri),
- Bina Yönlenmesi,
- Bina dış kabuk malzeme özellikleri belirlenmiştir.

Çalışmanın bu bölümünde bu tasarım parametrelerinin enerji ihtiyacının nasıl etkilediği ortaya koymak için endüstriyel binaların alternatifleri oluşturulmuştur. Sonraki bölümde yapılan hesaplamalarda oluşturulan bu alternatifler dikkate alınmıştır.

Endüstriyel yerleşkenin bulunduğu Konya Karatay Sanayi ve Eski Sanayi yerleşkesinde yer alan yapıların boyutsal özellikleri incelendiğinde farklı boyutlarda kullanımı tespit edilmiştir. Yapım aşamasında tek boyutta düşünülen çalışma atölyeleri zamanla ihtiyaç dâhilinde bölünerek veya birleştirilerek farklı boyutlarda mekanlar elde edilmiştir. Boyut özelliklerinin incelenmesinin ardından kullanılan muhtemel dış kabuk malzeme özellikleri ve yönlenme alternatifleri tespit edilerek hesaplamalarda kullanılmıştır (Şekil 3.10). Endüstriyel yapıların boyut (geometrik) özellikleri olarak; yapılan incelemeler sonucu 3 farklı boyut özelliklerine sahip işyerine rastlanmıştır. Bunlardan birincisi küçük ölçekli işyeri, ikincisi orta ölçekli işyeri, üçüncüsü ise büyük ölçekli işyeri olarak adlandırılmıştır. Binaların dış kabuk malzeme özellikleri genel olarak betonarme, bims blok ve delikli tuğla olabileceği araştırmalar sonucunda elde edilmiştir. Yönlenme alternatifleri ise küçük ve orta ölçekli işyerleri için açıklıkların güneşe, kuzeye ve ara yön olan doğu/batı yönünde yönlendirildiği alternatif, büyük ölçekli işyerlerinde ise kuzey/güney ve doğu/batı yönünde yönlendirilmiş açıklıklar olarak alternatifler oluşturulmuştur.

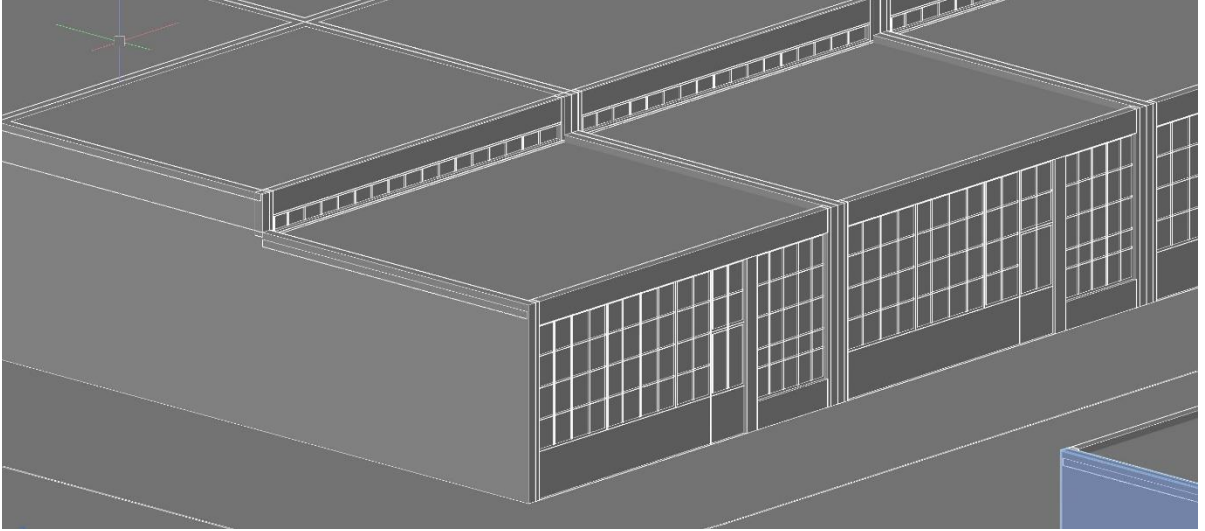


Şekil 3.10. Tasarım parametreleri şematik gösterimi

Yukarıdaki şekilde, incelemeler sonucu elde edilen verilerden yola çıkılarak oluşturulan bina boyut, dış kabuk malzeme özellikleri ve açıklıkların yönlenme özelliklerine göre oluşturulmuş olan alternatiflerin şematik gösterimi yer almaktadır. Bu alternatifler hakkında hesaplamalarda kullanılacak olan değerleri elde edebilmek için incelemeler yapılmıştır. Bu incelemeler sonucunda elde edilen verilerin detayları aşağıda yer almaktadır.

3.3.1. Bina geometrisi (boyut özellikleri)

Alanda yer alan işyerleri zamanla ihtiyaç doğrultusunda çeşitli tadilatlar geçirmiştir. Bazı işyerlerinin yapıldığı gibi kullanıldığı bazılarının ise farklı tadilatlar geçirerek işyerlerinin farklı kullanım biçimleri tespit edilmiştir.

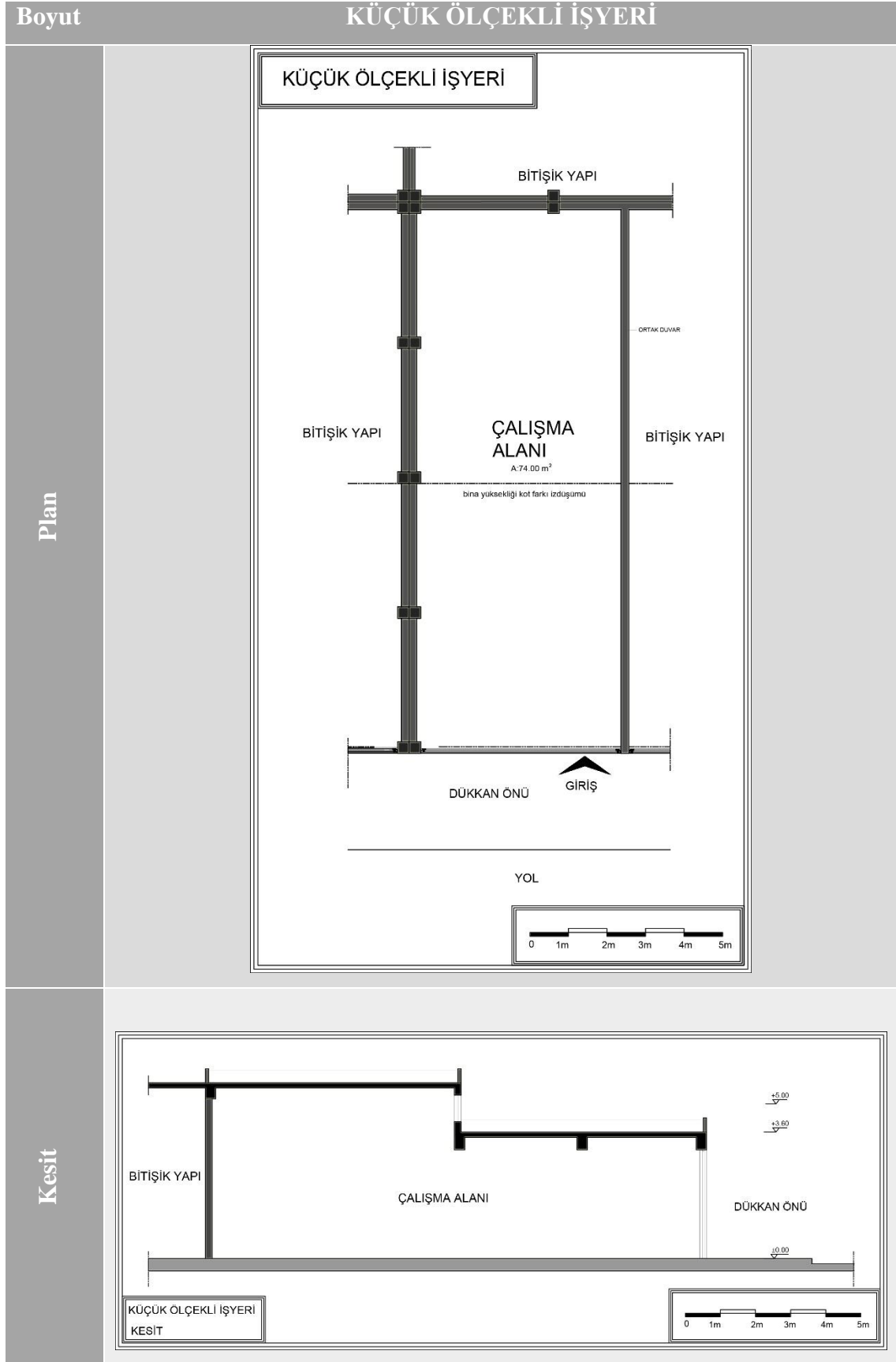


Şekil 3.11. Eski sanayi işyerlerinin kütleli özelliği model çizimi

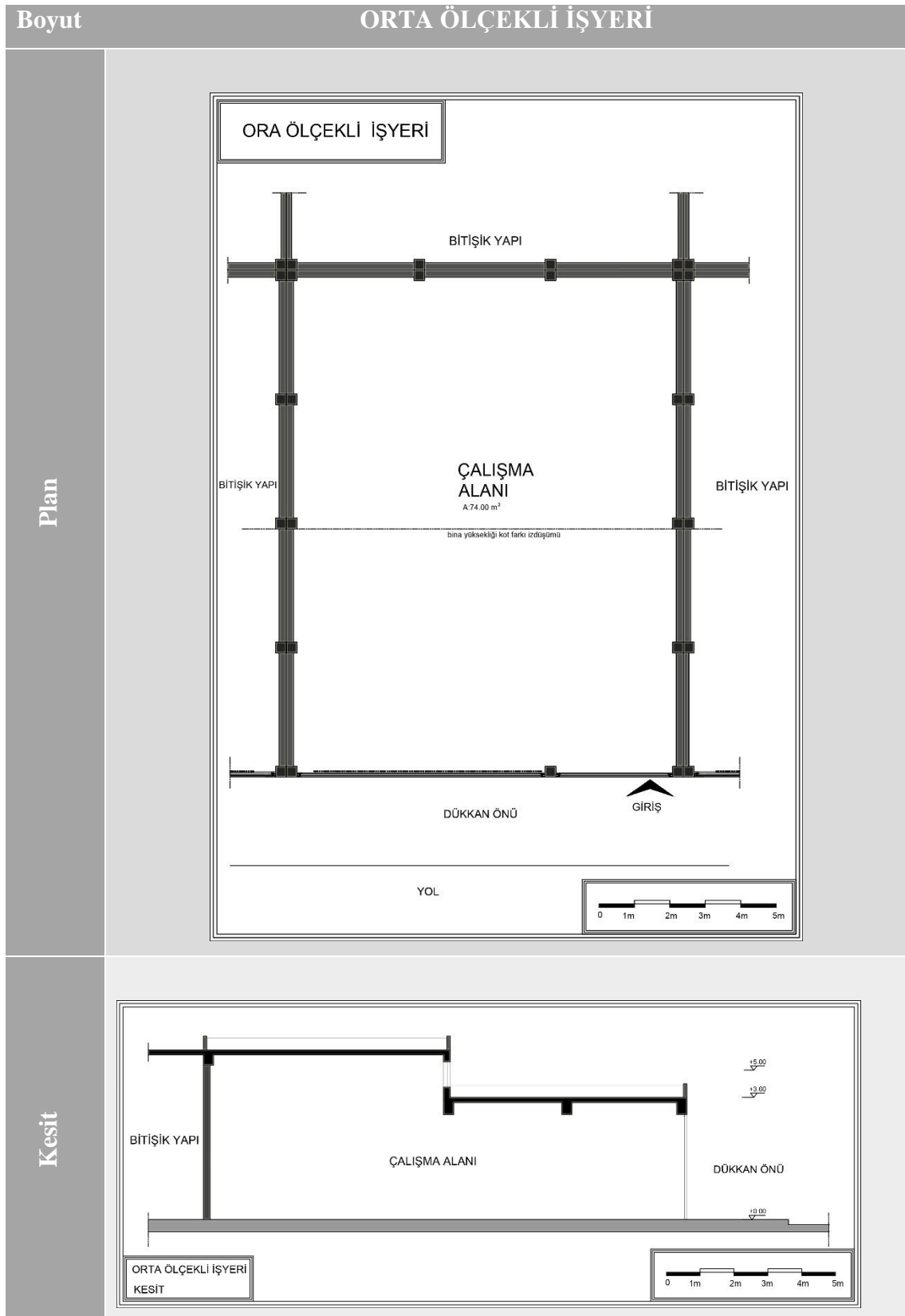
Bu tadilatlardan biri mekan içerisine ihtiyaç duyulan çalışma alanları ilave edilerek ofis, dinlenme odası gibi farklı mekanlar elde edilmesidir. Bu ilave mekanlar düzenlenirken hafif bölücü elemanlar kullanılmıştır. Bir diğer tadilat türünde ise çalışma alanını küçültmek amacıyla işyerinin bölünerek iki işyerine dönüştürülmesidir. Daha küçük çalışma alanı ihtiyacı duyulan sektörlerde bu kullanım biçimi tercih edilmiştir. Diğer bir kullanım biçimi ise büyük mekan ihtiyacı duyan sektörlerin iki işyerini birleştirerek oluşturduğu mekan türüdür.

Sonuç olarak alanda yapılan incelemeler sonucunda işyerlerinin 3 farklı mekan boyutu ile kullanıldığı tespit edilmiştir. Bunlardan birincisi küçük ölçekli işyeri olarak adlandırdığımız ilk yapılan çalışma alanını ikiye bölerek kullanıldığı mekan boyutudur ve yaklaşık 74 m² çalışma alanına sahiptir (Çizelge 3.2). İkinci mekan boyutu orta ölçekli işyeri olarak adlandırılmıştır. Bu işyeri tipi çalışma alanı boyutunu orijinal haliyle kullanılan mekan alternatifine verdiğimiz isimdir. Bu boyuttaki işyerleri ise 150 m² çalışma alanına sahiptir (Çizelge 3.3). Büyük işyeri olarak adlandırdığımız mekan boyutu ise iki mekânın birleştirilerek kullanıldığı mekan biçimidir. Sırt sırta gelen işyerleri birleştirilmiştir. Bu boyuttaki işyerlerinde ise çalışma alanı 300 m² 'dir (Çizelge 3.4). Mekân boyutları ile ilgili detayların yer aldığı çizimler aşağıdaki çizelgelerde yer almaktadır.

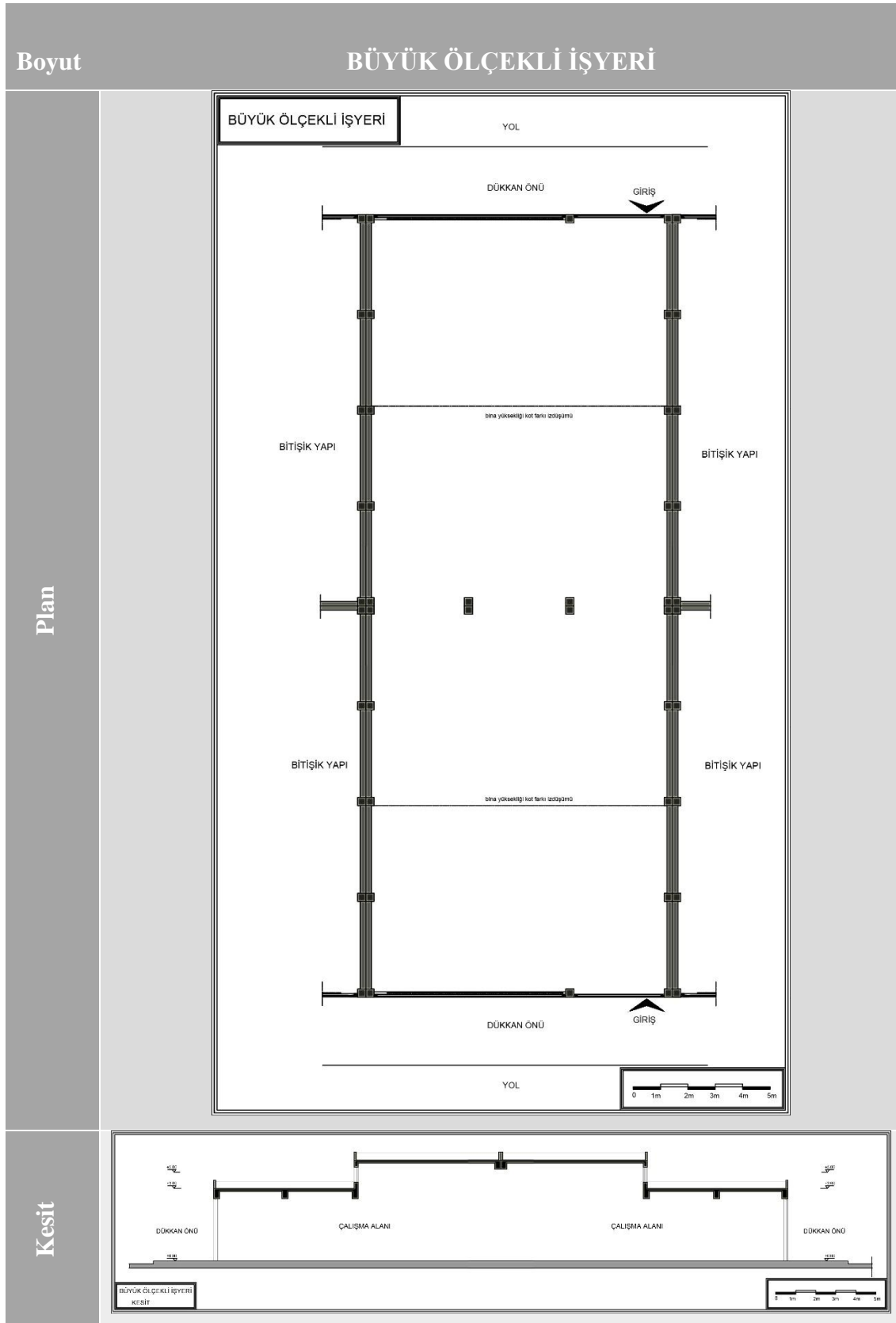
Çizelge 3.2. Küçük ölçekli işyerlerinin mekân boyutlarının özellikleri



Çizelge 3.3. Orta ölçekli işyerlerinin mekân boyutlarının özellikleri



Çizelge 3.4. Büyük ölçekli işyerlerinin mekân boyutlarının özellikleri



Bina boyutları ve cephelerdeki doluluk boşluk oranları binaların enerji kayıp ve kazançlarının hesaplanmasında ve çıkan sonuçta önemli bir etkidir. Bunun için hesaplamalarda kullanılacak bina boyut özellikleri ile ilgili veriler yerinde yapılan ölçümler doğrultusunda elde edilmiştir. Boyut özelliklerine bakarken bina dış kabuğunun toplam alanını bulmak gerekmektedir. Toplam alanı bulabilmek için cephelerdeki boşlukları yani pencere ve kapı açıklıklarını toplam dış kabuk alanından çıkarmak gerekmektedir. Öncelikle 3 farklı işyeri için kapı ve pencere ölçüleri alınmıştır. Bu incelemeler ve ölçümler sonucunda elde edilen veriler ile binaların kapı ve pencere boşlukları hesaplanmıştır. Bu hesaplama verileri aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. İşyeri boyut alternatiflerine göre kapı ve pencere boyutu hesapları

A_p= PENCERE BOYUTLARI											
1. Küçük Ölçekli İşyeri				2. Orta Ölçekli İşyeri				3. Büyük Ölçekli İşyeri			
Pencere ismi	En (m)	Boy (m)	Alan (m ²)	Pencere ismi	En (m)	Boy (m)	Alan (m ²)	Pencere ismi	En (m)	Boy (m)	Alan (m ²)
P1	5,15	0,6	3,09	P1	7	0,6	4,2	P1	7	0,6	4,2
P2	5,15	2,2	11,33	P2	3,3	0,6	1,98	P2	3,3	0,6	1,98
				P3	7	2,2	15,4	P3	7	2,2	15,4
				P4	3,3	2,9	9,57	P4	3,3	2,9	9,57
								P5	7	0,6	4,2
								P6	3,3	0,6	1,98
								P7	7	2,2	15,4
								P8	3,3	2,9	9,57
Toplam alan (m ²)		14,42		Toplam alan(m ²)		31,15		Toplam alan (m ²)		62,3	
A_k= KAPI BOYUTLARI											
1. Küçük Ölçekli İşyeri				2. Orta Ölçekli İşyeri				3. Büyük Ölçekli İşyeri			
Pencere ismi	En (m)	Boy (m)	Alan (m ²)	Pencere ismi	En (m)	Boy (m)	Alan (m ²)	Pencere ismi	En (m)	Boy (m)	Alan (m ²)
K1	5,15	1	5,15	K1	7	1	7	K1	7	1	7
								K2	7	1	7
Toplam alan (m ²)		5,15		Toplam alan(m ²)		7		Toplam alan (m ²)		14	

Bu bilgilere göre küçük ölçekli işyeri 2 tip pencere ve 1 kapıdan, orta ölçekli işyeri 4 tip pencere ve bir kapıdan, büyük işyeri ise 8 tip pencere ve iki kapıdan oluşmaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda elde edilen veriler ile yapılan hesaplamalar sonucu bina dış kabuğunda yer alan toplam açıklık alanları bulunmuştur. Bu değerler kullanılarak aşağıdaki tabloda bina dış kabuğundaki opak yüzeylerin toplam alanı hesaplanmıştır.

Çizelge 3.6. Boyut alternatiflerine göre işyerlerinin dış kabuk alanı hesap tablosu

KÜÇÜK ÖLÇEKLİ İŞYERİ DIŞ KABUK ALANI							
KÜÇÜK ÖLÇEKLİ İŞYERİ DIŞ KABUK ALANI HESABI	Yapı Elemanı	Ölçü 1 (m)	Ölçü2 (m)	Alan (m ²)	Pencere Boşluğu (m ²)	Kapı Boşluğu (m ²)	
	Duvar 1	5,6	5	28			
	Duvar 2	7	3,6	25,2			
	Duvar 3	7	3,6	25,2			
	Duvar 4	5,6	5	8,45	14,4	5,15	
	Toplam Duvar Alanı (m ²)				159,85		
	Tavan	14,3	5,6	80,08			
	Taban	14,3	5,6	80,08			
	Toplam Tavan ve Taban alanı (m ²)				160,16		
	Toplam Dış Kabuk Alanı (m ²)					320,01	

ORTA ÖLÇEKLİ İŞYERİ DIŞ KABUK ALANI							
ORTA ÖLÇEKLİ İŞYERİ DIŞ KABUK ALANI HESABI	Yapı Elemanı	Ölçü 1 (m)	Ölçü2 (m)	Alan (m ²)	Pencere Boşluğu (m ²)	Kapı Boşluğu (m ²)	
	Duvar 1	11,2	5	56			
	Duvar 2	7,3	5	36,5			
	Duvar 3	7,3	5	36,5			
	Duvar 4	7	3,6	25,2			
	Duvar 5	7	3,6	25,2			
	Duvar 6	11,2	5	17,85	31,15	7	
	Toplam Duvar Alanı				197,25		
	Tavan	11,2	14,3	160,16			
	Taban	11,2	14,3	160,16			
	Toplam				320,32		
	Toplam Dış Kabuk Alanı (m ²)					517,57	

BÜYÜK ÖLÇEKLİ İŞYERİ DIŞ KABUK ALANI						
BÜYÜK ÖLÇEKLİ İŞYERİ DIŞ KABUK ALANI HESABI	Yapı Elemanı	Ölçü 1 (m)	Ölçü2 (m)	Alan (m ²)	Pencere Boşluğu (m ²)	Kapı Boşluğu (m ²)
	Duvar 1	11,2	5	24,85	31,15	
	Duvar 2	7	3,6	25,2		
	Duvar 3	7	3,6	25,2		
	Duvar 4	14,6	5	73		
	Duvar 5	14,6	5	73		
	Duvar 6	7	3,6	25,2		
	Duvar 7	7	3,6	25,2		
	Duvar 8	11,2	5	10,85	31,15	14

	Toplam Duvar Alanı		282,5		
Tavan	11,2	28,6	320,32		
Taban	11,2	28,6	320,32		
	Toplam		640,64		
Toplam Dış Kabuk Alanı (m ²)				923,14	

Çizelgede yer alan hesaplamalar sonucu elde edilen değerlere göre;

- Küçük ölçekli işyeri toplam opak yüzey dış kabuk alanı: 320,01 m²,
- Orta ölçekli işyeri toplam opak yüzey dış kabuk alanı: 517,57 m²,
- Büyük ölçekli işyeri toplam opak yüzey dış kabuk alanı: 923,14 m², olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen bu değerler, her bina boyut alternatifi için binaların saydam yüzeylerinin yönlendirildiği yönlenme özelliklerine de bağlı olarak binaların yıllık güneş enerjisi kazancı hesaplamalarında kullanılmıştır.

3.3.2. Bina yönlenme özellikleri

Yönlenme faktörü binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı açısından önemli parametrelerden biridir. Güneş ışınlarının geliş açısı bu ışıklardan sağlanacak olan enerji kazancı yönlerine göre değişmektedir. Bina açıklıkları yönlendirildiği yöne göre gelen güneş ışınlarının alıp faydalı enerjiye dönüştürebilir ve ısıtma enerjisi ihtiyacında önemli azalmalar sağlanabilmektedir. Bina yönlenme alternatifleri değerlendirilirken bina açıklıklarının üç ana yöne yönlendiği alternatiflere göre değerlendirilmiştir. Bunlar;

- Yön alternatifi-1: güney
- Yön alternatifi-2: kuzey
- Yön alternatifi-3: doğu/batı (ara yön)

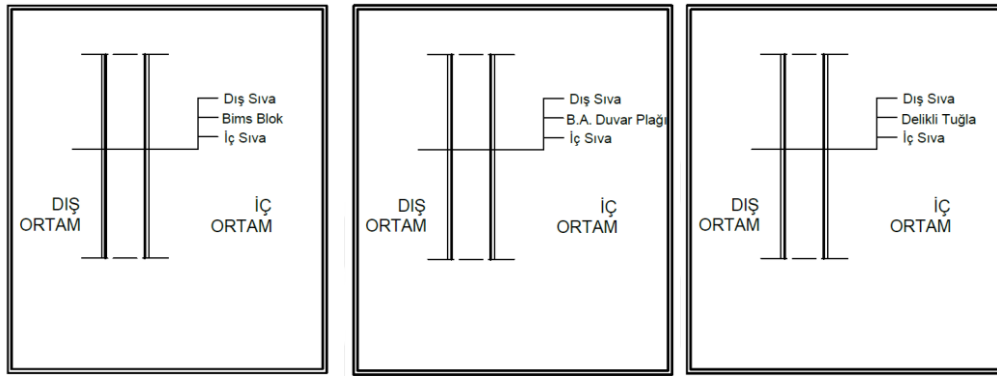
Hesaplamalarda bu yön alternatifleri dikkate alınmıştır ve her bina yönlenmesi alternatifi için yıllık güneş enerjisi kazancı hesaplanmıştır.

3.3.3. Bina dış kabuk malzeme özellikleri

Bina dış duvarlarında kullanılan her malzeme farklı özelliklere sahiptir. Bina dış kabuk malzeme özellikleri ısı iletim katsayısı değerine bağlı olarak ısı kayıplarının azaltılmasında rol oynamaktadır. Sanayi yapıları inşa edilirken yaygın olarak kullanılan duvar malzemelerinin betonarme, bims blok ve delikli tuğla duvar yapı malzemesi olduğu

incelemeler sonucunda ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı bina dış kabuğunda kullanılacak olan malzeme alternatiflerini;

- Betonarme: Normal Beton TS500'e uygun doğal agrega veya mıcır kullanılarak yapılmış betonlar
- Bims blok: TS808 EN 771-2'ye uygun kireç kumtaşı duvarlar
- Delikli tuğla: TS EN 771-1'e uygun delikli tuğlalarla yapılan duvarlar olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.12. Bina dış Kabuk malzeme alternatifleri

Malzeme özellikleri TSE 825'de yer alan bilgilerden elde edilmiştir. Malzemelerin birim ağırlıkları değiştiğinde ısı iletim hesap değerleri de değişmektedir. Bims blok ve delikli tuğla malzeme alternatiflerinde farklı birim ağırlık özelliklerine göre malzeme alternatifleri bulunmaktadır. Bims blok duvar malzemesinin on farklı birim ağırlık özelliğine sahip malzeme seçeneği bulunmaktadır. Delikli tuğla duvar malzemesinin ise beş farklı birim ağırlık özelliğine sahip malzeme alternatifi bulunmaktadır. Bu üç malzemenin ve her malzemenin alternatiflerinin TSE 825 EK-E'de yer alan verilere dayanarak ısı iletkenlik hesap değerleri aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Çizelge 3.7).

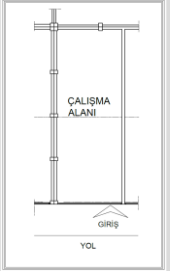
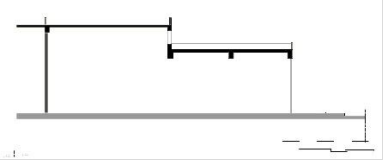
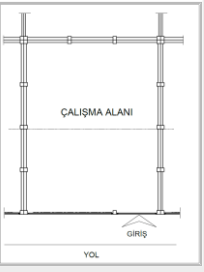
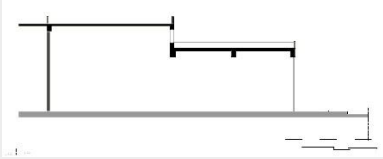
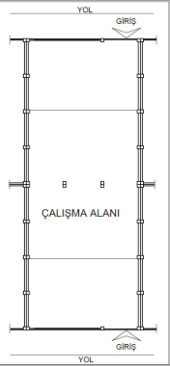

Çizelge 3.7. Malzeme alternatifleri ısı iletim hesap değerleri

MALZEME ALTERNATİFİ	MALZEME CİNSİ	BİRİM HACİM KÜTLESİ (kg/m ³)	ISIL İLETKENLİK HESAP DEĞERİ ($\lambda h^3 - W/mK$)
ALTERNATİF 1	Betonarme	2400	1,65
ALTERNATİF 2	Bims Blok-1	700	0,35
	Bims Blok-2	800	0,4
	Bims Blok-3	900	0,44
	Bims Blok-4	1000	0,5

	Bims Blok-5	1200	0,56
	Bims Blok-6	1400	0,7
	Bims Blok-7	1600	0,79
	Bims Blok-8	1800	0,99
	Bims Blok-9	2000	1,1
	Bims Blok-10	2200	1,3
ALTERNATİF 3	Delikli Tuğla-1	600	0,33
	Delikli Tuğla-2	700	0,36
	Delikli Tuğla-3	800	0,39
	Delikli Tuğla-4	900	0,42
	Delikli Tuğla-5	1000	0,45

Binaların ısıtma enerjisinin hesaplanmasında dikkate alınacak boyut, yönlenme ve malzeme alternatifleri ve özellikleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8. Kütle özellikleri ve parametreler tablosu

Kütle ismi	Şematik Plan	Şematik Kesit	Mekân alanı ve Pencere Açıklık Boyutları	Malzeme alternatifi	Yönlenme alternatifi
Küçük ölçekli işyeri			Mekan Alanı: 74 m ² Açıklık Alanı: 21,42 m ²	<ul style="list-style-type: none"> Betonarme Dış Kabuk Malzeme Alternatifi Bims Blok Dış Kabuk Malzeme Alternatifi Delikli Tuğla Duvar Dış Kabuk Malzeme Alternatifi 	<ul style="list-style-type: none"> Güneye Yönlendirilmiş Açıklık Alternatifi Kuzeye Yönlendirilmiş Açıklık Alternatifi <ul style="list-style-type: none"> Doğu/Batı ya Yönlendirilmiş Açıklık Alternatifi
Orta ölçekli işyeri			Mekan Alanı: 150 m ² Açıklık Alanı: 38,15 m ²	<ul style="list-style-type: none"> Betonarme Dış Kabuk Malzeme Alternatifi Bims Blok Dış Kabuk Malzeme Alternatifi Delikli Tuğla Duvar Dış Kabuk Malzeme Alternatifi 	<ul style="list-style-type: none"> Güneye Yönlendirilmiş Açıklık Alternatifi Kuzeye Yönlendirilmiş Açıklık Alternatifi <ul style="list-style-type: none"> Doğu/Batı ya Yönlendirilmiş Açıklık Alternatifi
Büyük ölçekli işyeri			Mekan Alanı: 300 m ² Açıklık Alanı: 76,3 m ²	<ul style="list-style-type: none"> Betonarme Dış Kabuk Malzeme Alternatifi Bims Blok Dış Kabuk Malzeme Alternatifi Delikli Tuğla Duvar Dış Kabuk Malzeme Alternatifi 	<ul style="list-style-type: none"> Güney/Kuzeye Yönlendirilmiş Açıklık Alternatifi <ul style="list-style-type: none"> Doğu/batıya Yönlendirilmiş Açıklık Alternatifi

3.4. Konya Oto Sanayi Yapılarının Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının Hesaplanması

Binalar yaşam süreci boyunca harcadığı enerjinin büyük bölümünü ısıtma için harcamaktadır. Bunun için ısıtma enerjisini azaltmak için önlemler almak gerekmektedir. Bu bölümde mevcut durum tespitlerinden ve olabilecek alternatiflerden elde edilen sonuçlara göre sanayi yapılarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplamalarına yer verilecektir. Hesaplamalarda TSE 825 de yer alan hesaplama yöntemleri dikkate alınmıştır. Tek hacimli binalar için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplama metodu formülü aşağıda verilmiştir (3.1, 3.2: TSE 825, 2013).

$$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} \quad (3.1)$$

$$Q_{ay} = [H(\Theta_i - \Theta_e) - \eta_{ay}(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})] \cdot t \quad (3.2)$$

Burada:

$Q_{yıl}$ = yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı(Joule)

Q_{ay} = aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı(Joule)

H = binanın özgül ısı kaybı(W/K)

Θ_i = aylık iç sıcaklık(°C)

Θ_e = aylık dış sıcaklık(°C)

η_{ay} = kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü(birimsiz)

$\phi_{i,ay}$ = aylık ortalama iç kazançlar (sabit alınabilir).....(W)

$\phi_{s,ay}$ = aylık ortalama güneş enerjisi kazancı.....(W)

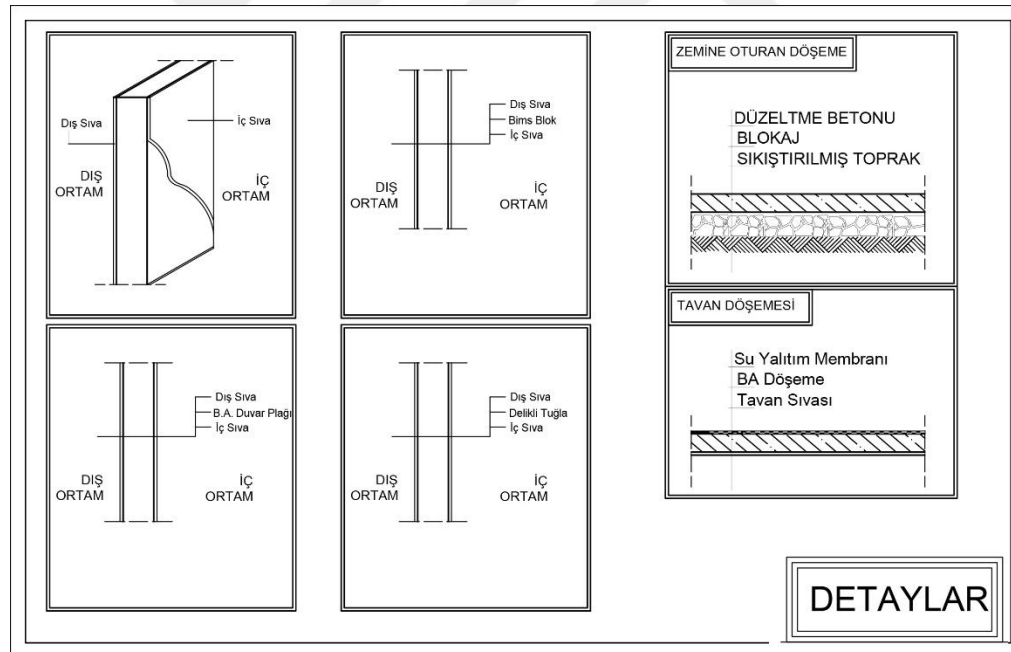
t = zaman (saniye olarak bir ay = 86400*30) (s)

Binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını ($Q_{yıl}$) hesaplayabilmek için öncelikle aylık enerji ihtiyacı (Q_{ay}) hesaplanmalıdır. Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanırken bazı ara değerleri de hesaplamak gerekmektedir. Hesaplamalar aşağıdaki sıralama ile yapılmıştır. Bunun nedeni bazı değerlerin hesaplanmasında diğer bir hesaplanmış değerinde kullanılmasıdır.

- Isıl geçirgenlik katsayısının (U : W/m².K) Hesaplanması
- Binanın Özgül Isı Kaybı Hesabı (H: W/K) Hesaplanması
- Aylık ortalama Kazançların hesaplanması ($\phi_{s,ay}$:W)
- Kazanç kullanım faktörünün hesaplanması (η_{ay}) KKO_{ay}
- Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının ($Q_{yıl}$: kWh) hesaplanması.

3.4.1. Binaların ısıl geçirgenlik katsayısının hesaplanması

Malzemelerin ısıl geçirgenlik katsayısı (U) değerleri binaların ısı kayıplarında rol oynamaktadır ve hesaplamalarda binanın özgül ısı kaybının (H) hesaplanmasında bu değerler kullanılmaktadır. Bu bölümde bina dış kabuğunu oluşturan opak yapı elemanlarının U değerleri hesaplanmıştır. Bu yapı elemanları dış duvar, tavan döşemesi ve taban döşemesidir. Dış duvar yapı elemanı olarak belirlenen betonarme, bims blok ve tuğla duvar malzemeleri için ve bunların birim ağırlıklarına göre alternatifleri dikkate alınarak 16 farklı duvar yapı elemanının U değeri hesaplanmıştır. Diğer iki dış kabuk yapı elemanı olan tavan ve taban döşemesi elemanlarının hesapları standart malzemeler göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Saydam yüzeyleri oluşturan pencere elemanlarının U değerleri kullanılan pencere tipine göre standart değer alınmıştır (Şekil 3.13). Özetle bina dış kabuğunu oluşturan elemanlardan sadece duvar elemanının yapı malzemesi için alternatifler oluşturulmuş diğer dış kabuk elemanları sabit kabul edilmiştir.



Şekil 3.13. Bina dış Kabuk malzeme alternatifleri

U Değerinin formülü aşağıdaki gibidir.

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} \quad (3.3)$$

Burada;

U : Isıl geçirgenlik katsayısı (W/m².K)

R_{si} : İç yüzeylerin yüzeysel ısı taşınım ve ışıınım direnci ($m^2.K/W$)

R_{se} : Dış yüzeylerin yüzeysel ısı taşınım ve ışıınım direnci ($m^2.K/W$)

R : Isıl Geçirgenlik direnci ($m^2.K/W$)

Burada R_{si} ve R_{se} değerleri TSE825’de yer alan çizelge 1 de yer almaktadır.

U değerinin hesaplanabilmesi için R : Isıl Geçirgenlik direnci değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Isıl geçirgenlik direnci (R) aşağıdaki Eşitlik’ te belirtildiği gibi, yapı bileşeninin kalınlık (d) değerinin, ısı iletkenlik hesap değerine (λ_h) bölünmesi ile hesaplanır. Bu hesaplamanın formülü aşağıdaki gibidir (3.4., TSE 825, 2013).

$$R = \frac{d}{\lambda_h} \quad (3.4)$$

R : Isıl geçirgenlik direnci $m^2.K/W$

d : Yapı bileşeninin kalınlığı (m)

λ_h : Isıl iletkenlik hesap değeri (W/m^2K) (TSE 825’de yer alan Ek E’ den uygun değerler alınır).

Hesaplamalar betonarme, bims blok, delikli tuğla duvar yapı malzemesi olmak üzere 3 farklı malzeme ve her malzemenin birim ağırlığı alternatifleri dikkate alınarak yapılmıştır. Birinci duvar malzemesi alternatifi betonarme duvar malzemesidir. Bu malzemenin özelliği TSE 825’de ‘Normal Beton TS500’e Uygun Doğal Agrega veya Mıncır Kullanılarak Yapılmış Betonlar’ tanımındaki malzeme türüne uygun olduğundan bu malzemenin ısı iletkenlik hesap değeri hesaplamalarda kullanılmıştır. Birim ağırlığı 2400 kg/m^3 tür. Hesaplamalar yapılırken malzemenin ısı iletkenlik hesap değeri (λ_h) TSE 825’deki Ek E’ den alınmıştır. Duvar yapı elemanında duvar ana maddesi ile iç ve dış sıva yer almaktadır. Duvar malzemesine ek olarak 2 cm dış ve 2 cm iç sıva olmak üzere duvar yapı elemanının toplam U değeri hesaplanmaktadır. Betonarme duvar malzemesi alternatifi için duvar elemanı ısı geçirgenlik katsayısı (U) değerlerinin hesabı aşağıdaki çizelgede yer almaktadır (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.9. Betonarme duvar malzemesi alternatifi için ısıl geçirgenlik katsayısı (U değeri) hesap tablosu

MALZEME ALTERNATİF 1- BETONARME (Normal Beton TS500'e Uygun Doğal Agrega veya Mıdır Kullanılarak Yapılmış Betonlar)						
Yapı Elamanı	Birim Hacim Kütlesi (Kg/m ³)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ_h - W/mK)	d: Yapı Bileşeninin kalınlığı (m)	R : Isıl geçirgenlik direnci (m ² .K/W)	R Toplam (m2.K/W)	U Değeri (W/m ² .K)
Betonarme Duvar	2400	1,65	0,2	0,1212121 21		
Dış Sıva		1	0,02	0,02		
İç Sıva		1	0,02	0,01		
			Rsi	0,13		
			Rse	0,04	0,1612121	3,019213175

Betonarme duvar malzemesinin birim hacim kütlesi 2400 kg/m³, ısıl iletkenlik hesap değeri 1,65 W/mK'dir. Bu duvar malzemesi kullanılarak oluşturulabilecek duvar yapı elamanı için ısıl geçirgenlik katsayısı (U değeri) yaklaşık olarak 3,01 W/m².K olarak hesaplanmıştır.

İkinci duvar malzemesi alternatifi bims blok duvar malzemesidir. Bu malzemenin özelliği TSE 825'de 'TS808 EN 771-2' ye Uygun Kireç Kumtaşı Duvarlar' olarak tanımlanmıştır. On farklı birim ağırlığa sahip malzeme çeşidi ve hesap değeri vardır. Duvar malzemesine ek olarak 2cm dış ve 2cm iç sıva olmak üzere duvar yapı elemanının toplam U değeri hesaplanmaktadır. Aşağıdaki Çizelge 3.10'de bu malzeme alternatifinin farklı birim ağırlıkta türleri için U değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar yapılırken malzemenin ısıl iletkenlik hesap değeri (λ_h) TSE 825'deki Ek E' den alınmıştır.

Çizelge 3.10. Bims Blok duvar malzemesi alternatifi için ısıl geçirgenlik katsayılarının (U değeri) hesap tablosu

MALZEME ALTERNATİF 2- BİMS BLOK (TS808 EN 771-2'ye Uygun Kireç Kumtaşı Duvarlar)						
Yapı Elemanı	Birim Hacim Kütlesi (Kg/m ³)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ_h - W/Mk)	d: Yapı Bileşeninin kalınlığı (m)	R : Isıl geçirgenlik direnci (m ² .K/W)	R Toplam (m2.K/W)	U Değeri (W/m ² .K)
Bims Blok Duvar 1	700	0,35	0,2	0,571428571	0,6114286	1,279707495
Bims Blok Duvar 2	800	0,4	0,2	0,5	0,54	1,408450704
Bims Blok Duvar 3	900	0,44	0,2	0,454545455	0,4945455	1,504787962
Bims Blok Duvar 4	1000	0,5	0,2	0,4	0,44	1,639344262
Bims Blok Duvar 5	1200	0,56	0,2	0,357142857	0,3971429	1,763224181
Bims Blok Duvar 6	1400	0,7	0,2	0,285714286	0,3257143	2,017291066
Bims Blok Duvar 7	1600	0,79	0,2	0,253164557	0,2931646	2,159059852
Bims Blok Duvar 8	1800	0,99	0,2	0,202020202	0,2420202	2,427065457
Bims Blok Duvar 9	2000	1,1	0,2	0,181818182	0,2218182	2,552204176

Bims Blok Duvar 10	2200	1,3	0,2	0,153846154	0,1938462	2,748414376
Dış Sıva		1	0,02	0,02		
İç Sıva		1	0,02	0,02		
			Rsi	0,13		
			Rse	0,04		

Çizelgede yapılan hesaplamalar sonucu bims blok duvar dış kabuk malzeme alternatifinin birim hacim kütlesi arttıkça ısı geçirgenlik direnci düşmektedir ve buna bağlı olarak da ısı geçirgenlik katsayısı (U değeri) artmaktadır. Bims blok duvar 10 olarak adlandırdığımız 2200 kg/m³ birim hacme sahip bims blok malzeme çeşidi kullanılarak oluşturulan duvar yapı elemanının ısı geçirgenlik katsayısı yaklaşık 2,75 W/m²K olarak bulunmuştur bu malzeme çeşitleri içerisinde en büyük değerdir. Bu malzeme alternatifleri içerisinde ısı geçirgenlik direnci en az olan ise bims blok duvar 1 olarak adlandırdığımız 700 kg/m³ birim hacim kütlesine sahip malzeme çeşididir. Malzeme çeşidi kullanılarak oluşturulan duvar yapı elemanının ısı geçirgenlik katsayısı yaklaşık 2,28 W/m²K olarak bulunmuştur bu malzeme çeşitleri içerisinde en küçük değerdir.

Üçüncü duvar malzemesi alternatifi delikli tuğla duvar malzemesidir. Bu malzemenin özelliği TSE 825’de ‘ TS EN 771-1’e uygun Delikli Tuğlalarla Yapılan Duvarlar’ olarak tanımlanmıştır. Beş farklı birim ağırlığa sahip malzeme çeşidi ve hesap değeri vardır. Duvar malzemesine ek olarak 2 cm dış ve 2 cm iç sıva olmak üzere duvar yapı elemanının toplam U değeri hesaplanmaktadır. Aşağıdaki tabloda bu malzeme alternatifinin farklı birim ağırlıkta türleri için U değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 3.11). Hesaplamalar yapılırken malzemenin ısı iletkenlik hesap değeri (λ_n) TSE 825’deki Ek E’ den alınmıştır.

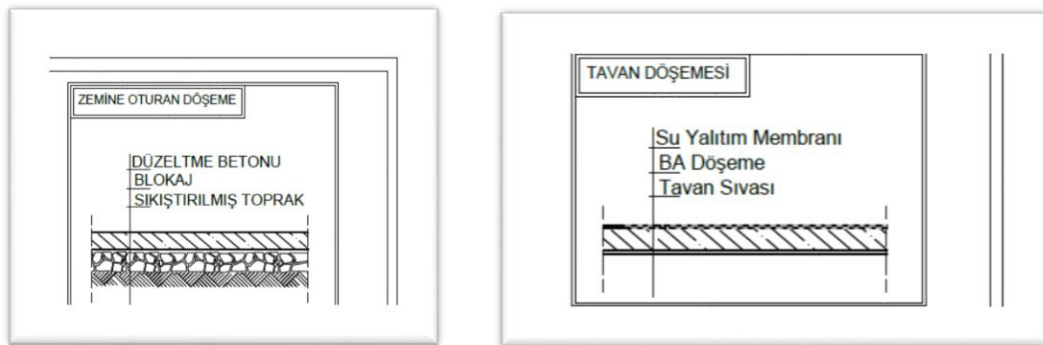
Çizelge 3.11. Delikli tuğla duvar malzemesi alternatifi için ısı geçirgenlik katsayılarının (U değeri) hesap tablosu

MALZEME ALTERNATİF 3- DELİKLİ TUĞLA						
(Delikli Tuğlalarla Yapılan Duvarlar (TS EN 771-1))						
Yapı Elamanı	Birim Hacim Kütlesi (Kg/m ³)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri (λ_n - W/Mk)	d: Yapı Bileşeninin kalınlığı (m)	R: Isıl geçirgenlik direnci (m ² .K/W)	R Toplam (m ² .K/W)	U Değeri (W/m ² .K)
Delikli Tuğla Duvar 1	600	0,33	0,2	0,606060606	0,6460606	1,225399183
Delikli Tuğla Duvar 2	700	0,36	0,2	0,555555556	0,5955556	1,306240929
Delikli Tuğla Duvar 3	800	0,39	0,2	0,512820513	0,5528205	1,383469315
Delikli Tuğla Duvar 4	900	0,42	0,2	0,476190476	0,5161905	1,457321305
Delikli Tuğla Duvar 5	1000	0,45	0,2	0,444444444	0,4844444	1,528013582
Dış Sıva		1	0,02	0,02		

İç Sıva		1	0,02	0,02		
			R_{si}	0,13		
			R_{se}	0,04		

Çizelgede yapılan hesaplamalar sonucu delikli tuğla duvar dış kabuk malzeme alternatifinin birim hacim kütlesi arttıkça ısı geçirgenlik direnci düşmektedir ve buna bağlı olarak da ısı geçirgenlik katsayısı (U değeri) artmaktadır. Delikli tuğla duvar 5 olarak adlandırdığımız 1000 kg/m^3 birim hacme sahip delikli tuğla malzeme çeşidi kullanılarak oluşturulan duvar yapı elemanının ısı geçirgenlik katsayısı yaklaşık $1,53 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak bulunmuştur bu malzeme çeşitleri içerisinde en büyük değerdir. Bu malzeme alternatifleri içerisinde ısı geçirgenlik direnci en az olan ise delikli tuğla duvar 1 olarak adlandırdığımız 600 kg/m^3 birim hacim kütlesine sahip malzeme çeşididir. Bu malzeme çeşidi kullanılarak oluşturulan duvar yapı elemanının ısı geçirgenlik katsayısı yaklaşık $1,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ olarak hesaplanmış olup, bu değer malzeme çeşitleri içerisinde en küçük değerdir.

Binaların yıllık ısıtma enerjisinin hesaplanabilmesi için tüm yapı elemanlarının ısı kayıplarının hesaplanması gerekmektedir. Isı kayıplarının hesaplanabilmesi için tüm dış kabuk yapı elemanlarının her biri için U değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Yapının dış kabuğunda tavan ve taban döşemesi de yer almaktadır. Bundan dolayı bu yapı elemanları için de U değerlerini hesaplamamız gerekmektedir. Tavan ve taban döşemesi detay çizimleri Şekil 3.14.'de gösterilmektedir.



Şekil 3.14. Bina döşeme detayları

Şekilde de görüldüğü gibi zemine oturan döşemenin; düzeltme betonu, blokaj, sıkıştırılmış toprak olmak üzere üç katmandan oluştuğu kabul edilmektedir. Tavan (üst) döşemesinin ise su yalıtım membranı, betonarme döşeme, tavan sıvası olmak üzere üç katmandan oluştuğu varsayılmıştır. Tüm bu tanımlama ve kabuller dikkate alınarak tavan

ve taban döşemesi yapı elemanlarının U (ısıl geçirgenlik katsayısı) değerlerinin hesaplanması aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Çizelge 3.12).

Çizelge 3.12. Döşeme malzemeleri için ısıl geçirgenlik katsayılarının hesap tablosu (U değeri)

DÖŞEMELER						
Yapı Elemanı	Birim Hacim Kütle (Kg/m ³)	Isıl İletkenlik Hesap Değeri ($\Lambda h^3 - W/mK$)	d: Yapı Bileşeninin kalınlığı (m)	R : Isıl geçirgenlik direnci (m ² .K/W)	R Toplam (m ² .K/W)	U Değeri (W/m ² K)
Taban Döşemesi						
10 cm BA Döşeme	2200	1,65	0,1	0,060606061	0,1106061	3,5637149
10 cm Blokaj	1700-2200	2	0.1	0,05		
			R _{si}	0,13		
			R _{se}	0,04		
Tavan Döşemesi						
BA Döşeme	2400	2,2	0,15	0,068181818	0,0881818	3,87323944
Tavan Sıvası	1800	1	0,02	0,02		
			R _{si}	0,13		
			R _{se}	0,04		

Taban döşemesi için kullanılan malzeme değerleri ile yapılan hesaplamalar sonucu taban döşemesi yapı elemanının ısıl geçirgenlik katsayısı yaklaşık olarak 3,57 W/m²K olarak bulunmuştur. Taban döşeme elemanının ısıl geçirgenlik katsayısı ise yaklaşık olarak 3,88 W/m²K olarak hesaplanmıştır.

3.4.2. Binaların özgül ısı kaybının hesaplanması

Binanın özgül ısı kaybı (H), iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybı (H_T) ve havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının (H_V) toplanması ile bulunur (3.5: TSE 825, 2013).

$$H = H_T + H_V \quad (3.5)$$

Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı yapılırken aşağıdaki formül kullanılır:

$$H_V : \rho \cdot c \cdot V^1 = \rho \cdot c \cdot n_h \cdot V_h = 0,33 n_h \cdot V_h \quad (3.6)$$

Burada;

ρ : havanın birim hacim kütle (kg/m³)

c : havanın özgül ısı (j/kgK)

V¹ : hacimce hava değişim debisi (m³ /h)

n_h : hava değişim oranı (h^{-1})

V_h : havalandırılan hacim ($V_h = 0.7 * V_{brüt}$) (m^3)

' ρ ' ve ' c ' sıcaklık ve basınca bağlı olarak az da olsa değişir, fakat aşağıdaki denklemde bu durum ihmal edilmiştir. Alınan değerler $20^\circ C$ ve 100 kPa içindir. Giren ve çıkan hava arasındaki entalpi artışı ihmal edilmiştir. $0,33$ katsayısının hesabında kullanılan eşitlik aşağıda verilmiştir.

$$0,33 = (\rho \cdot c / 3600) = (1,184 \cdot 1006 / 3600) = 0,33 \text{ jh} / \text{m}^3 \text{K} = \text{Wh} / \text{m}^3 \text{K}$$

Doğal havalandırma yapılan binalarda havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı hesabında havalandırma sayısı ' n_h ' değeri $0,7 (h^{-1})$ olarak alınır.

Üç farklı işyeri boyutlarına gÖre havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı hesabı tablosu aşağıda yer almaktadır (izelge 3.13).

Çizelge 3.13. Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı hesabı

H _v HAVALANDIRMA YOLUYLA GERÇEKLEŞEN ISI KAYBI					
Bina Boyut Alternatifi	p.c	n_h	$V_{brüt}$	V_h	H_v
1. ALTERNATİF: Küçük Ölçekli İşyeri	0,33	0,7	345,52	241,864	55,87058
2. ALTERNATİF Orta Ölçekli İşyeri	0,33	0,7	691,04	483,728	111,7412
3. ALTERNATİF Büyük Ölçekli İşyeri	0,33	0,7	1382,08	967,456	223,4823

İletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kaybının hesabı:

$$H_T = \sum AU + IU_l \quad (3.7)$$

$$\sum AU = U_D A_D + U_P A_P + U_k A_k + 0,8 U_T A_T + 0,5 U_t A_t + U_d A_d + 0,5 U_{ds} A_{ds} \quad (3.8)$$

U_D : Dış duvarın ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m^2K)

U_P : Pencerenin ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m^2K)

U_k : Dış kapının ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m^2K)

U_T : Tavanın ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m^2K)

U_l : Zemine oturan tabanın/dÖşemenin ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m^2K)

U_d : Dış hava ile temas eden tabanın geçirgenlik katsayısı (W/m^2K)

U_{ds} : Düşük sıcaklıklardaki i ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının ısıl geçirgenlik katsayısı (W/m^2K)

A_D : Dış duvarın alanı (m^2)

A_P : Pencerenin alanı (m^2)

A_k : Dış kapının alanı (m^2)

A_T : Tavanın alanı (m^2)

A_i : Zemine oturan tabanın/döşemenin alanı (m^2)

A_d : Dış hava ile temas eden tabanın alanı (m^2)

A_{ds} : Düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanlarının alanı (m^2)

*Çatı döşemesi doğrudan dış hava ile temas ediyorsa, eşitlikte yer alan U_T 'nin önündeki 0,8 katsayısı 1 olarak alınır.

Bu formülden yola çıkarak ve Çizelge 3.7., Çizelge 3.8., Çizelge 3.9., Çizelge 3.10.' da hesaplanmış olan U değerlerinden ve Çizelge 3.11. de hesaplanmış olan H_v havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı değerleri de kullanılarak bina alternatiflerinin iletim ve taşınım yoluyla gerçekleşen ısı kayıpları hesaplanmıştır. Hesaplar aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Çizelge 3.14., Çizelge 3.15., Çizelge 3.16.) ve üç farklı boyut alternatifi için ve her boyut alternatifine göre on altı farklı malzeme alternatifi için özgül ısı kaybı hesaplanmıştır.

Bu hesaplamalar yapılırken; küçük ölçekli işyeri, orta ölçekli işyeri, büyük ölçekli işyeri için betonarme, bims blok ve delikli tuğla duvar malzemesi alternatifleri için hesaplamalar yapılmıştır. Diğer yapı elemanları tek alternatif düşünülerek U değerleri sabit kabul edilmiştir. Betonarme yapı malzemesi için tek birim ağırlık göz önüne alınmıştır. Delikli tuğla duvar yapı malzemesi için birim ağırlıkları farklı olan beş farklı, delikli tuğla duvar yapı malzemesi bulunmaktadır. Her farklı birim ağırlığa sahip delikli tuğla yapı malzemesi için farklı hesaplama değerleri kullanılarak beş alternatif elde edilmiştir. Bims blok duvar malzemesi için ise on farklı birim ağırlıkta malzeme olduğundan dolayı on farklı hesaplama yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda 48 farklı özgül ısı kaybı değeri ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 3.14. Küçük ölçekli işyeri için farklı duvar malzemesi alternatiflerine göre özgül ısı kaybı (H) hesabı

BOYUT ÖZ.	MALZEME ÖZ.	U_{DA_D}	U_{PA_P}	U_{KA_k}	$1*U_{TA_T}$	$0,5U_{IA_i}$	U_{dA_d}	$0,5*U_{dsA_{ds}}$	H_T	H_v	H (W/K)
BOYUT 1 'KÜÇÜK ÖLÇEKLİ İŞYERİ'	Betonarme Duvar İçin	482,6212	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	1037,122	55,87058	1092,992
	Bims Blok Duvar 1	204,5612	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	759,0618	55,87058	814,9323
	Bims Blok Duvar 2	225,1408	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	779,6414	55,87058	835,5119
	Bims Blok Duvar 3	240,5404	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	795,041	55,87058	850,9115
	Bims Blok Duvar 4	262,0492	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	816,5498	55,87058	872,4203
	Bims Blok Duvar 5	281,8514	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	836,352	55,87058	892,2225
	Bims Blok Duvar 6	322,464	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	876,9646	55,87058	932,8351
	Bims Blok Duvar 7	345,1257	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	899,6263	55,87058	955,4968
	Bims Blok Duvar 8	387,9664	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	942,467	55,87058	998,3375
	Bims Blok Duvar 9	407,9698	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	962,4704	55,87058	1018,341
	Bims Blok Duvar 10	439,334	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	993,8346	55,87058	1049,705
	Delikli Tuğla Duvar 1	195,8801	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	750,3807	55,87058	806,2512
	Delikli Tuğla Duvar 2	208,8026	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	763,3032	55,87058	819,1737
	Delikli Tuğla Duvar 3	221,1476	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	775,6482	55,87058	831,5187
	Delikli Tuğla Duvar 4	232,9528	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	787,4534	55,87058	843,3239
	Delikli Tuğla Duvar 5	244,253	81,0404	20,6	310,169	142,69115	0	0	798,7536	55,87058	854,6241

- Burada dış hava ile temas eden tabanın alanı eden yapı elemanı olmadığı için A_d değeri 0 olarak alınmıştır.
- Burada düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanı olmadığı için A_{ds} değeri 0 olarak alınmıştır.
- U_p : Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı değeri TSE 825'de yer alan ek A-4'deki pencere türlerinden 'alüminyum doğrama' pencere türü seçilmişti ve $U_p= 5,62$ alınır.
- Çatı döşemesi doğrudan dış hava ile temas ediyorsa U_T 'nin önündeki 0,8 katsayısı 1 olarak alınır.

Çizelge 3.15. Orta ölçekli işyeri için farklı duvar malzemesi alternatiflerine göre özgül ısı kaybı (H) hesabı

BOYUT ÖZ.	MALZEME ÖZ.	U_{DAd}	U_{PAp}	U_{kAk}	$1*U_{TA_T}$	$0,5U_{tA_t}$	U_{dAd}	$0,5*U_{dsA_{ds}}$	H_T	H_v	H (W/K)
BOYUT 2 'ORTA ÖLÇEKLI İŞYERİ'	Betonarme Duvar İçin	595,5398	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1704,323	111,7412	1816,064
	Bims Blok Duvar 1	252,4223	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1361,206	111,7412	1472,947
	Bims Blok Duvar 2	277,8169	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1386,6	111,7412	1498,341
	Bims Blok Duvar 3	296,8194	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1405,603	111,7412	1517,344
	Bims Blok Duvar 4	323,3607	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1432,144	111,7412	1543,885
	Bims Blok Duvar 5	347,796	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1456,579	111,7412	1568,321
	Bims Blok Duvar 6	397,9107	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1506,694	111,7412	1618,435
	Bims Blok Duvar 7	425,8746	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1534,658	111,7412	1646,399
	Bims Blok Duvar 8	478,7387	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1587,522	111,7412	1699,263
	Bims Blok Duvar 9	503,4223	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1612,206	111,7412	1723,947
	Bims Blok Duvar 10	542,1247	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1650,908	111,7412	1762,649
	Delikli Tuğla Duvar 1	241,71	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1350,493	111,7412	1462,235
	Delikli Tuğla Duvar 2	257,656	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1366,439	111,7412	1478,181
	Delikli Tuğla Duvar 3	272,8893	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1381,673	111,7412	1493,414
	Delikli Tuğla Duvar 4	287,4566	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1396,24	111,7412	1507,981
	Delikli Tuğla Duvar 5	301,4007	175,063	28	620,338	285,3823	0	0	1410,184	111,7412	1521,925

- Burada dış hava ile temas eden tabanın alanı eden yapı elemanı olmadığı için A_d değeri 0 olarak alınmıştır.
- Burada düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanı olmadığı için A_{ds} değeri 0 olarak alınmıştır.
- U_p : Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı değeri TSE 825'de yer alan ek A-4'deki pencere türlerinden 'alüminyum doğrama' pencere türü seçilmişti ve $U_p=5,62$ alınır.
- Çatı döşemesi doğrudan dış hava ile temas ediyorsa U_T 'nin önündeki 0,8 katsayısı 1 olarak alınır.

Çizelge 3.16. Büyük ölçekli işyeri için farklı duvar malzemesi alternatiflerine göre özgül ısı kaybı (H) hesabı

BOYUT ÖZ.	MALZEME ÖZ.	UDAD	UPAP	UkAk	1*UTAT	0,5UtAt	UdAd	0,5*UdsAds	HT	Hv	H (W/K)
BOYUT 3 ' BÜYÜK ÖLÇEKLI İŞYERİ'	Betonarme Duvar için	852,9277	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	3070,494	223,4823	3293,977
	Bims Blok Duvar 1	361,5174	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2579,084	223,4823	2802,566
	Bims Blok Duvar 2	397,8873	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2615,454	223,4823	2838,936
	Bims Blok Duvar 3	425,1026	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2642,669	223,4823	2866,151
	Bims Blok Duvar 4	463,1148	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2680,681	223,4823	2904,164
	Bims Blok Duvar 5	498,1108	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2715,677	223,4823	2939,16
	Bims Blok Duvar 6	569,8847	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2787,451	223,4823	3010,934
	Bims Blok Duvar 7	609,9344	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2827,501	223,4823	3050,983
	Bims Blok Duvar 8	685,646	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2903,213	223,4823	3126,695
	Bims Blok Duvar 9	720,9977	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2938,564	223,4823	3162,047
	Bims Blok Duvar 10	776,4271	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2993,994	223,4823	3217,476
	Delikli Tuğla Duvar 1	346,1753	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2563,742	223,4823	2787,224
	Delikli Tuğla Duvar 2	369,0131	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2586,58	223,4823	2810,062
	Delikli Tuğla Duvar 3	390,8301	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2608,397	223,4823	2831,879
	Delikli Tuğla Duvar 4	411,6933	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2629,26	223,4823	2852,742
	Delikli Tuğla Duvar 5	431,6638	350,126	56	1240,676	570,7645	0	0	2649,23	223,4823	2872,713

- Burada dış hava ile temas eden tabanın alanı eden yapı elemanı olmadığı için A_d değeri 0 olarak alınmıştır.
- Burada düşük sıcaklıklardaki iç ortamlar ile temas eden yapı elemanı olmadığı için A_{ds} değeri 0 olarak alınmıştır.
- U_p : Pencerenin ısı geçirgenlik katsayısı değeri TSE 825'de yer alan Ek A-4'deki pencere türlerinden 'alüminyum doğrama' pencere türü seçilmişti ve $U_p=5,62$ alınır.
- Çatı döşemesi doğrudan dış hava ile temas ediyorsa U_T 'nin önündeki 0,8 katsayısı 1 olarak alınır.

Bu hesaplamalar sonucunda en fazla özgül ısı kaybı değeri duvar malzemesi betonarme plak olan büyük ölçekli işyerinde görülmektedir, ısı kaybı değeri 3293,977 (W/K) dir. En az ısı kaybı değeri ise küçük ölçekli işyeri delikli tuğla duvar yapı malzemesi alternatifinde görülmektedir, ısı kaybı değeri; 806,2512 (W/K)'dir.

3.4.3. Aylık ortalama güneş enerjisi kazancının hesaplanması

Bu kısımda pencerelerden sağlanabilecek doğrudan güneş ışınımının hesaplanması anlatılmaktadır. Pasif güneş enerjisi sistemlerinden sağlanacak kazançlar ihmal edilmiştir.

Aylık ortalama güneş enerjisi kazançları ($\phi_{s,ay}$); bina boşluklarının ve bina açıklık oranlarının ve bina açıklıklarının yönlenme durumuna bağlı olarak Çizelge 3.15. verilen gölgeleme faktörü ($r_{i,ay}$) değerleri doğrudan alınıp aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanabilir.

$$\phi_{s,ay} = \sum r_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i \quad (3.9)$$

Burada;

$r_{i,ay}$ = ' i ' yönündeki saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgeleme faktörü (Çizelge 3.15.' den uygun değerler alınır),

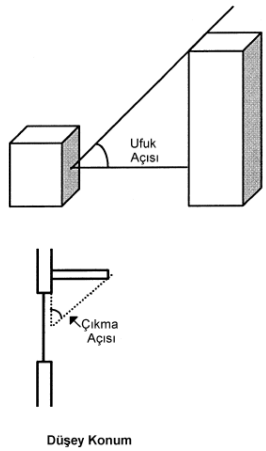
$g_{i,ay}$ = ' i ' yönündeki saydam elemanların aylık ortalama güneş enerjisi geçirme faktörü (aşağıdaki formü ile hesaplanır)

$I_{i,ay}$ = ' i ' yönündeki dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti (W/m^2) (Çizelge 3.16. da yer alan değerlerden uygun olan alınır),

A_i : "i" yönündeki toplam pencere alanı (m^2) (Çizelge 3.3.' de hesaplanan verilerden alınır)

Aşağıdaki tabloda TSE 825'de yer alan saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgeleme faktörü değerleri verilmiştir (Çizelge 3.17).

Çizelge 3.17. Saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü ($r_{i,ay}$) (TSE 825- Çizelge 5)

	$r_{i,ay}$
Ayrık (müstakil) ve/veya az katlı (3 kata kadar) binaların bulunduğu yönlerde	0,8
Ağaçlardan kaynaklanan gölgelenmenin olduğu ve/veya 10 kata kadar yükseklikteki binaların bulunduğu yönlerde	0,6
Bitişik nizam ve/veya 10 kattan daha yüksek binaların bulunduğu yönlerde	0,5

Bu çizelgede yer alan bilgilere dayanarak, endüstriyel alanların sürdürülebilir performanslı tasarlanmasında sanayi yapılarının enerji yıllık enerji ihtiyacının hesaplanması için yapılan alan araştırmasında incelediğimiz Konya oto sanayi yerleşkesinde yer alan binalar ‘Ayrık (müstakil) ve/veya az katlı (3 kata kadar) binaların bulunduğu yönler’ kategorisine girdiğinden dolayı hesaplamalarda dikkate alınacak olan $r_{i,ay}$ değeri 0,8’dir.

Aşağıdaki çizelgede aylara göre hesaplamalarda kullanılacak olan ortalama aylık güneş ışınım şiddeti yer almaktadır (Çizelge 3.18).

Çizelge 3.18. Bütün derece gün ve bölgeler için hesaplamalarda kullanılacak olan ortalama aylık güneş ışınımı şiddeti: W/m^2 - (TSE 825 Ek-C, 2013)

Yön	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
$I_{Güney}$	72	84	87	90	92	95	93	93	89	82	67	64
I_{Kuzey}	26	37	52	66	79	83	81	73	57	40	27	22
$I_{Doğu/batı}$	43	57	77	90	114	122	118	106	81	59	41	37

Bu çizelgede yer alan bilgilere göre aylık güneş ışınım şiddeti aylara ve güneş ışığının geldiği yönler göre değişmektedir. Örneğin kuzey yönde aralık ayında $22 W/m^2$ iken güney yönde aralık ayında $64 W/m^2$ dir. Yine kuzey yönde ocak ayında gelen güneş ışınım şiddeti $26 W/m^2K$ iken şubat ayında $37 w/m^2K$ ’dir. Hesaplamalarda her yönlenme alternatifini için bütün ayların değerleri dikkate alınarak aylık güneş enerjisi kazancı değerleri elde edilmiştir. Sonrasında yıllık güneş enerjisi kazancını elde edebilmek için aylık kazançlar toplanmıştır.

Güneş Enerjisi Geçirme Faktörü ise aşağıdaki formülle hesaplanabilmektedir.

$$g_{i,ay} = F_w \cdot g_{\perp} \quad (3.10)$$

Formülüyle hesaplanır. Burada;

F_w : camlar için düzeltme faktörüdür, $F_w = 0,8$ alınır.

g_{\perp} : Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörüdür (Çizelge 3.19' de yer alan değerlerden alınır).

Çizelge 3.19. Laboratuvar şartlarında ölçülen ve yüzeye dik gelen ışın için güneş enerjisi geçirme faktörü (TSE825 – Çizelge 6)

Cam türü	g_{\perp}
Renksiz tek cam için	0,85
Renksiz yalıtım birimi için	0,75
Isıl geçirgenlik katsayısı 2 W/m^2	0,50

Bu çizelgede yer alan bilgilere dayanarak, endüstriyel alanların sürdürülebilir performanslı tasarlanmasında sanayi yapılarının yıllık enerji ihtiyacının hesaplanması için yapılan alan araştırmasında incelediğimiz Konya oto sanayi yerleşkesinde yer alan binalarda kullanılan cam türlerine baktığımızda 'renksiz tek cam' kategorisine girdiğinden dolayı hesaplamalarda dikkate alınacak olan g_{\perp} değeri 0,85'dir.

Tüm bu formüller kullanılarak küçük ölçekli, orta ölçekli, büyük ölçekli bina alternatiflerinin her biri için açıklıklarının yönlendirildiği yönlenme alternatiflerine göre yıllık güneş enerjisi kazancı değerleri hesaplanması aşağıdaki tablolarda yer almaktadır (Çizelge 3.20, Çizelge 3.21, Çizelge 3.22). Bu hesaplamalar yapılırken yönlenme alternatifi olarak, küçük ve orta ölçekli işyeri için; kuzey, güney, doğu/batı yönleri, büyük ölçekli işyeri için; güney/kuzey ve doğu/batı yönlerine göre yönlenme alternatifleri oluşturulmuştur.

Çizelge 3.20. Küçük ölçekli işyeri, üç yön alternatifi için yıllık güneş enerjisi kazancı hesabı

ALTERNATİF 1 (KÜÇÜK ÖLÇEKLI İŞYERİ)																	
Güneye doğru yönlendirilmiş açıklık alternatifi						Kuzeye doğru yönlendirilmiş açıklık alternatifi					Doğu veya batı yönlendirilmiş açıklık alternatifi						
Aylar	I_{ay}	r_{iay}	g_{iay}	A_i	ϕ_{say}	I_{iay}	r_{iay}	g_{iay}	A_i	ϕ_{say}	I_{iay}	r_{iay}	g_{iay}	A_i	ϕ_{say}		
Ocak	72	0,8	0,68	14,45	565,9776	26	0,8	0,68	14,45	204,3808	43	0,8	0,68	14,45	338,0144		
Şubat	84	0,8	0,68	14,45	660,3072	37	0,8	0,68	14,45	290,8496	57	0,8	0,68	14,45	448,0656		
Mart	87	0,8	0,68	14,45	683,8896	52	0,8	0,68	14,45	408,7616	77	0,8	0,68	14,45	605,2816		
Nisan	90	0,8	0,68	14,45	707,472	66	0,8	0,68	14,45	518,8128	90	0,8	0,68	14,45	707,472		
Mayıs	92	0,8	0,68	14,45	723,1936	79	0,8	0,68	14,45	621,0032	114	0,8	0,68	14,45	896,1312		
Haziran	95	0,8	0,68	14,45	746,776	83	0,8	0,68	14,45	652,4464	122	0,8	0,68	14,45	959,0176		
Temmuz	93	0,8	0,68	14,45	731,0544	81	0,8	0,68	14,45	636,7248	118	0,8	0,68	14,45	927,5744		
Ağustos	93	0,8	0,68	14,45	731,0544	73	0,8	0,68	14,45	573,8384	106	0,8	0,68	14,45	833,2448		
Eylül	89	0,8	0,68	14,45	699,6112	57	0,8	0,68	14,45	448,0656	81	0,8	0,68	14,45	636,7248		
Ekim	82	0,8	0,68	14,45	644,5856	40	0,8	0,68	14,45	314,432	59	0,8	0,68	14,45	463,7872		
Kasım	67	0,8	0,68	14,45	526,6736	27	0,8	0,68	14,45	212,2416	41	0,8	0,68	14,45	322,2928		
Aralık	64	0,8	0,68	14,45	503,0912	22	0,8	0,68	14,45	172,9376	37	0,8	0,68	14,45	290,8496		
Toplam Yıllık Kazanç ($\phi_{yıl}$)					5015,1904	Toplam Yıllık Kazanç ($\phi_{yıl}$)					2743,4192	Toplam Yıllık Kazanç ($\phi_{yıl}$)					4071,8944

Çizelge 3.21. Orta ölçekli işyeri, üç yön alternatifi için yıllık güneş enerjisi kazancı hesabı

ALTERNATİF 2 (ORTA ÖLÇEKLI İŞYERİ)															
Güneye doğru yönlendirilmiş açıklık alternatifi						Kuzeye doğru yönlendirilmiş açıklık alternatifi					Doğu veya batı yönlendirilmiş açıklık alternatifi				
Aylar	I_{ay}	r_{iay}	g_{iay}	A_i	ϕ_{say}	I_{iay}	r_{iay}	g_{iay}	A_i	ϕ_{say}	I_{iay}	r_{iay}	g_{iay}	A_i	ϕ_{say}
Ocak	72	0,8	0,68	31,15	1220,083	26	0,8	0,68	31,15	440,5856	43	0,8	0,68	31,15	728,6608
Şubat	84	0,8	0,68	31,15	1423,43	37	0,8	0,68	31,15	626,9872	57	0,8	0,68	31,15	965,8992
Mart	87	0,8	0,68	31,15	1474,267	52	0,8	0,68	31,15	881,1712	77	0,8	0,68	31,15	1304,811
Nisan	90	0,8	0,68	31,15	1525,104	66	0,8	0,68	31,15	1118,41	90	0,8	0,68	31,15	1525,104
Mayıs	92	0,8	0,68	31,15	1558,995	79	0,8	0,68	31,15	1338,702	114	0,8	0,68	31,15	1931,798

Haziran	95	0,8	0,68	31,15	1609,832	83	0,8	0,68	31,15	1406,485	122	0,8	0,68	31,15	2067,363		
Temmuz	93	0,8	0,68	31,15	1575,941	81	0,8	0,68	31,15	1372,594	118	0,8	0,68	31,15	1999,581		
Ağustos	93	0,8	0,68	31,15	1575,941	73	0,8	0,68	31,15	1237,029	106	0,8	0,68	31,15	1796,234		
Eylül	89	0,8	0,68	31,15	1508,158	57	0,8	0,68	31,15	965,8992	81	0,8	0,68	31,15	1372,594		
Ekim	82	0,8	0,68	31,15	1389,539	40	0,8	0,68	31,15	677,824	59	0,8	0,68	31,15	999,7904		
Kasım	67	0,8	0,68	31,15	1135,355	27	0,8	0,68	31,15	457,5312	41	0,8	0,68	31,15	694,7696		
Aralık	64	0,8	0,68	31,15	1084,518	22	0,8	0,68	31,15	372,8032	37	0,8	0,68	31,15	626,9872		
Toplam Yıllık Kazanç ($\Phi_{yıl}$)					10811,2928	Toplam Yıllık Kazanç ($\Phi_{yıl}$)					5914,0144	Toplam Yıllık Kazanç ($\Phi_{yıl}$)					8777,8208

Çizelge 3.22. Büyük ölçekli işyeri, üç yön alternatifi için yıllık güneş enerjisi kazancı hesabı

ALTERNATİF 3 (BÜYÜK ÖLÇEKLİ İŞYERİ)																	
Güney/güney yöne doğru yönlendirilmiş açıklık alternatifi											Doğu veya batı yönlenmiş açıklık alternatifi						
Aylar	I_{ay}	r_{iay}	g_{iay}	A_i	Φ_{say}	I_{iay}	r_{iay}	g_{iay}	A_i	Φ_{say}	I_{iay}	r_{iay}	g_{iay}	A_i	Φ_{say}		
Ocak	72	0,8	0,68	31,15	1220,083	26	0,8	0,68	31,15	440,5856	43	0,8	0,68	31,15	728,6608		
Şubat	84	0,8	0,68	31,15	1423,43	37	0,8	0,68	31,15	626,9872	57	0,8	0,68	31,15	965,8992		
Mart	87	0,8	0,68	31,15	1474,267	52	0,8	0,68	31,15	881,1712	77	0,8	0,68	31,15	1304,811		
Nisan	90	0,8	0,68	31,15	1525,104	66	0,8	0,68	31,15	1118,41	90	0,8	0,68	31,15	1525,104		
Mayıs	92	0,8	0,68	31,15	1558,995	79	0,8	0,68	31,15	1338,702	114	0,8	0,68	31,15	1931,798		
Haziran	95	0,8	0,68	31,15	1609,832	83	0,8	0,68	31,15	1406,485	122	0,8	0,68	31,15	2067,363		
Temmuz	93	0,8	0,68	31,15	1575,941	81	0,8	0,68	31,15	1372,594	118	0,8	0,68	31,15	1999,581		
Ağustos	93	0,8	0,68	31,15	1575,941	73	0,8	0,68	31,15	1237,029	106	0,8	0,68	31,15	1796,234		
Eylül	89	0,8	0,68	31,15	1508,158	57	0,8	0,68	31,15	965,8992	81	0,8	0,68	31,15	1372,594		
Ekim	82	0,8	0,68	31,15	1389,539	40	0,8	0,68	31,15	677,824	59	0,8	0,68	31,15	999,7904		
Kasım	67	0,8	0,68	31,15	1135,355	27	0,8	0,68	31,15	457,5312	41	0,8	0,68	31,15	694,7696		
Aralık	64	0,8	0,68	31,15	1084,518	22	0,8	0,68	31,15	372,8032	37	0,8	0,68	31,15	626,9872		
Toplam Yıllık Kazanç ($\Phi_{yıl}$)					10811,2928	Toplam Yıllık Kazanç ($\Phi_{yıl}$)					5914,0144	Toplam Yıllık Kazanç ($\Phi_{yıl}$)					8777,8208
Toplam güney kuzey yön alternatifi						16725,3072					Toplam doğu batı yön alternatifi					17555,6416	

Toplam yıllık güneş enerjisi kazancı değeri hesaplanırken ısıtma enerjisine ihtiyaç duyulmayan aylardaki kazançlar toplam enerjiden çıkarılmıştır. Boyut parametresi özelliklerine göre oluşturulan alternatiflerden birincisi olan küçük ölçekli işyeri için, güney yöne yönlendirilmiş açıklık alternatifinin yıllık güneş enerjisi kazancı 5015,19 W olarak bulunmuştur. Kuzeye yönlendirilmiş açıklık alternatifinin yıllık güneş enerjisi kazancı 2743,42 W, ara yön olan doğu/batı yönüne yönlendirilmiş açıklık alternatifinin yıllık güneş enerjisi kazancı 4071,89 W olarak bulunmuştur. Bu alternatiflerden ikincisi olan orta ölçekli işyeri için, güney yöne yönlendirilmiş açıklık alternatifinin yıllık güneş enerjisi kazancı 10811,29 W, kuzeye yönlendirilmiş açıklık alternatifinin yıllık güneş enerjisi kazancı 5914,01 W, ara yön olan doğu/batı yönüne yönlendirilmiş açıklık alternatifinin yıllık güneş enerjisi kazancı 8777,82 W olarak bulunmuştur. Alternatiflerden üçüncüsü olan büyük ölçekli işyeri için ise güney/kuzey yöne yönlendirilmiş açıklık alternatifinin yıllık güneş enerjisi kazancı 16725,31 W, doğu/batı yönüne yönlendirilmiş açıklık alternatifinin yıllık güneş enerjisi kazancı ise 17555,64 W olarak bulunmuştur.

3.4.4. Kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörünün hesaplanması

Binaların enerji kazançlarının, ısıtma enerjisi ihtiyacının azaltılması bakımından her zaman faydalı enerji olmayabilir. Çünkü ısı kazançlarının yüksek olduğu zamanlardaki kazançlar ısıtmanın gerekmediği dönemlere denk gelebilir. İç ortam sıcaklığının kontrol edilebilmesi her zaman mümkün olmayabilir. Yapı elemanlarının bünyesinde bir miktar ısı depolanabilir. Bu nedenle iç kazançlar ve güneş enerjisi kazançları bir yararlanma faktörü ile azaltılmalıdır. Bahsedilen bu yararlanma faktörünün büyüklüğü, kazançların ve kayıpların bağıl büyüklüğüne ve binanın ısıl kütesine bağlıdır. Bu düzeltme faktörü aşağıdaki formüller ile hesaplanabilmektedir.

$$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})} \quad (3.11)$$

Burada KKO_{ay} kazanç/kayıp oranı olup, aşağıda verildiği gibi hesaplanmalıdır.

$$KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}) / H(\Theta_{i,ay} - \Theta_{e,ay}) \quad (3.12)$$

Burada;

H : Binaların özgül ısı kaybı : değerler 3.4.2 numaralı bölümde yapılan hesaplamalardan elde edilmiştir.

$\theta_{i,ay}$: Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı: °C (Çizelge 3.21.'den uygun olan değer alınır),

$\theta_{e,ay}$: Aylık ortalama dış hava sıcaklığı: °C (Çizelge 3.22.'den uygun olan değerler alınır),

$\phi_{i,ay}$: Aylık iç kazançlar (sabit alınmıştır).

$\phi_{s,ay}$: Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı (W) dır.

Mekânların iç ortam sıcaklık değerleri mekanın kullanım amacına göre değişmektedir. Örneğin konutlarda ihtiyaç duyulan iç ortam sıcaklık derecesi ile hastanelerde ihtiyaç duyulan iç ortam sıcaklık derecesi ile farklılık göstermektedir. Aşağıdaki tabloda TSE 825' e göre farklı amaçlarla kullanılan binaların iç ortam sıcaklık dereceleri yer almaktadır (Çizelge 3.23).

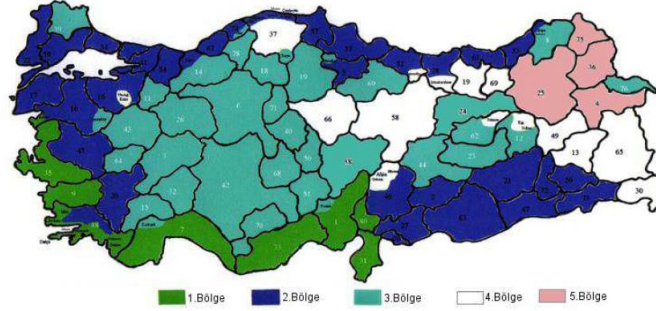
Çizelge 3.23. Farklı amaçlarla kullanılan binalar için hesaplamalarda kullanılacak aylık ortalama iç sıcaklık değerleri (TSE 825, Ek-B1)

	Isıtılacak Binanın Adı	Sıcaklık (°C)
1	Konutlar	19
2	Yönetim Binaları	
3	İş ve Hizmet Binaları	
4	Otel, motel ve lokantalar	20
5	Öğretim binaları	
6	Tiyatro ve konser salonları	
7	Kışlalar	
8	Ceza ve tutuk evleri	
9	Müze ve galeriler	
10	Hava limanları	
11	Hastaneler	22
12	Kapalı yüzme havuzları	26
13	İmalat ve atölye mahalleri	16

Bu tabloda yer alan bilgilere göre; konutlar, yönetim binaları, iş ve hizmet binalarında iç ortam ortalama sıcaklık değeri 19 °C'dır. Otel, motel, lokantalar, öğretim binaları, tiyatro ve konser salonları, kışlalar, ceza ve tutuk evleri, müze ve galeriler, hava limanlarında iç ortam ortalama sıcaklık değeri 20 °C olarak verilmiştir. Hastanelerde 22 °C, kapalı yüzme havuzlarında 26 °C, imalat ve atölye mahallerinde 16 °C' dir. Oto sanayi yapıları imalat ve atölye mahalleri kategorisine girdiğinden ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplamalarında dikkate alınacak $\theta_{i,ay}$: Aylık ortalama iç ortam sıcaklığı değeri 16 °C olarak dikkate alınmıştır.

İklim verileri farklı bölgelerde ve yılın farklı dönemlerinde farklılık göstermektedir. Örneğin Türkiye için Doğu Anadolu bölgesinde yer alan bir kent ile Akdeniz Bölgesinde yer alan bir kent iklim bakımından farklılık gösterebilmektedir. Aşağıdaki şekilde TSE 825'e göre Türkiye'deki hangi ilin hangi iklim bölgesinde yer aldığı bilgileri bulunmaktadır.

Derece gün bölgelerine göre illerimiz



01- ADANA	10- BALIKESİR	19- ÇORUM	28- GİRESUN	37- KASTAMONU	46- K.MARAŞ	55- SAMSUN	64- UŞAK	73- ŞIRNAK
02- ADIYAMAN	11- BİLECİK	20- DENİZLİ	29- GÜMÜŞHANE	38- KAYSERİ	47- MARDİN	56- SİRT	65- VAN	74- BARTIN
03- AFYON	12- BİNGÖL	21- DİYARBAKIR	30- HAKKARİ	39- KIRKLARELİ	48- MUĞLA	57- SİNOP	66- YOZGAT	75- ARDAHAN
04- AĞRI	13- BİTLİS	22- EDİRNE	31- HATAY	40- KIRŞEHİR	49- MUŞ	58- SİVAS	67- ZONGULDAK	76- İGDIR
05- AMASYA	14- BÖLÜ	23- ELAZIĞ	32- İSPARTA	41- KOCAELİ	50- NEVŞEHİR	59- TEKİRDAĞ	68- AKSARAY	77- YALOVA
06- ANKARA	15- BURDUR	24- ERZİNCAN	33- İÇEL	42- KONYA	51- NİĞDE	60- TOKAT	69- BAYBURT	78- KARABÜK
07- ANTALYA	16- BURSA	25- ERZURUM	34- İSTANBUL	43- KUTAHYA	52- ORDU	61- TRABZON	70- KARAMAN	79- KİLİS
08- ARTVİN	17- ÇANAKKALE	26- ESKİŞEHİR	35- İZMİR	44- MALATYA	53- RİZE	62- TUNCELİ	71- KIRIKKALE	80- OSMANİYE
09- AYDIN	18- ÇANKIRI	27- GAZİANTEP	36- KARS	45- MANİSA	54- SAKARYA	63- ŞANLIURFA	72- BATMAN	81- DÜZCE

Şekil 3.15. TSE 825'e göre Türkiye iklim bölgeleri (TSE 825, Ek-K)

Bu haritadaki bilgilere göre hesaplamaların yapıldığı Konya kenti 3. İklim bölgesinde yer almaktadır. Konya kentinde yer alan binalar için yapacağımız ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplamalarında 3. Bölge değerleri dikkate alınmıştır. Aşağıdaki çizelgede iklim bölgelerine göre aylık ortalama dış sıcaklık değerlerine yer verilmiştir (Çizelge 3.24).

Çizelge 3.24. Farklı derece gün (dg) bölgeleri için ısı kaybı ve yoğunlaşma hesaplamalarında kullanılacak aylık ortalama dış sıcaklık değerleri (TSE 825, Ek-B2)

Aylar	1.Bölge	2.Bölge	3.Bölge	4.Bölge	5.Bölge
Ocak	8,4	2,9	-0,3	-5,4	-10,5
Şubat	9,0	4,4	0,1	-4,7	-9,1
Mart	11,6	7,3	4,1	0,3	-2,9
Nisan	15,8	12,8	10,1	7,9	5,3
Mayıs	21,2	18,0	14,4	12,8	10,6
Haziran	26,3	22,5	18,5	17,3	14,6
Temmuz	28,7	24,9	21,7	21,4	18,6
Ağustos	27,6	24,3	21,2	21,1	18,6
Eylül	23,5	19,9	17,2	16,5	14,1
Ekim	18,5	14,1	11,6	10,3	7,8
Kasım	13,0	8,5	5,6	3,1	0,6
Aralık	9,3	3,8	1,3	-2,8	-6,7

Konya kenti 3. İklim bölgesinde yer aldığından dolayı hesaplamalarda dikkate alınacak $\theta_{e,ay}$: Aylık ortalama dış hava sıcaklığı değerleri yukarıda verilen çizelgedeki değerlerden yer alan 3. Bölge için olan verilerdir.

Tüm bu veriler kullanılarak oluşturulmuş olan her boyut, malzeme ve yönlenme alternatiflerine göre önce KKO_{ay} değerleri hesaplanmış ve bu değerler kullanılarak η_{ay} değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalardan boyut olarak küçük ölçekli işyeri alternatifi dış kabuk malzeme alternatifi olarak betonarme malzeme alternatifi için olan hesaplamalara aşağıdaki çizelgede yer almaktadır (Çizelge 3.25).

Çizelge 3.25. Küçük ölçekli işyeri ve betonarme dış kabuk malzeme özelliklerine göre kazanç kullanım faktörü ve aylık ortalama kullanım faktörünün hesabı

ALTERNATİF 1 (KÜÇÜK ÖLÇEKLİ İŞYERİ) (MALZ. ALT. 1- BETONARME)						
Güneye doğru yönelmiş açıklık alternatifi	AYLAR	($\phi_{i,ay}+\phi_{s,ay}$)	($\theta_{i,ay}-\theta_{e,ay}$)	H	KKO_{ay}	η_{ay}
	OCAK	565,9776	16,3	1092,992	0,03176835	1
	ŞUBAT	660,3072	15,9	1092,992	0,037995479	1
	MART	683,8896	11,9	1092,992	0,052580178	0,999999995
	NİSAN	707,472	5,9	1092,992	0,109708496	0,999890004
	MAYIS	723,1936	1,6	1092,992	0,413540081	0,910913306
	HAZİRAN	746,776	-2,5	1092,992	-0,273296053	-37,82388466
	TEMMUZ	731,0544	-5,7	1092,992	-0,117343181	-5023,152399
	AĞUSTOS	731,0544	-5,2	1092,992	-0,128626179	-2378,075215
	EYLÜL	699,6112	-1,2	1092,992	-0,533406771	-5,519136031
	EKİM	644,5856	4,4	1092,992	0,134032753	0,99942484
	KASIM	526,6736	10,4	1092,992	0,046333086	1
	ARALIK	503,0912	14,4	1092,992	0,031964451	1
Kuzeye doğru yönelmiş açıklık alternatifi	AYLAR	ϕ_{say}	($\theta_{i,ay}-\theta_{e,ay}$)	H	KKO_{ay}	η_{ay}
	OCAK	204,3808	16,3	1092,992	0,011471904	1
	ŞUBAT	290,8496	15,9	1092,992	0,016736104	1
	MART	408,7616	11,9	1092,992	0,031427233	1
	NİSAN	518,8128	5,9	1092,992	0,080452897	0,999996002
	MAYIS	621,0032	1,6	1092,992	0,355105069	0,940159222
	HAZİRAN	652,4464	-2,5	1092,992	-0,238774447	-64,89435926
	TEMMUZ	636,7248	-5,7	1092,992	-0,102202125	-17755,95136
	AĞUSTOS	573,8384	-5,2	1092,992	-0,100964635	-20018,42076
	EYLÜL	448,0656	-1,2	1092,992	-0,341620067	-17,67579897
	EKİM	314,432	4,4	1092,992	0,065381831	0,999999772
	KASIM	212,2416	10,4	1092,992	0,018671542	1
	ARALIK	172,9376	14,4	1092,992	0,01098778	1

Doğu veya batı yönelmiş açıklık alternatifi	AYLAR	($\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}$)	($\Theta_{i,ay} - \Theta_{e,ay}$)	H	KKO _{ay}	η_{ay}
	OCAK	338,0144	16,3	1092,992	0,018972764	1
	ŞUBAT	448,0656	15,9	1092,992	0,025782647	1
	MART	605,2816	11,9	1092,992	0,04653648	1
	NİSAN	707,472	5,9	1092,992	0,109708496	0,999890004
	MAYIS	896,1312	1,6	1092,992	0,5124301	0,857937145
	HAZİRAN	959,0176	-2,5	1092,992	-0,350969669	-16,27480471
	TEMMUZ	927,5744	-5,7	1092,992	-0,148887047	-824,9225599
	AĞUSTOS	833,2448	-5,2	1092,992	-0,146606182	-915,8966326
	EYLÜL	636,7248	-1,2	1092,992	-0,485460095	-6,845197383
	EKİM	463,7872	4,4	1092,992	0,096438201	0,99996862
	KASIM	322,2928	10,4	1092,992	0,028353082	1
	ARALIK	290,8496	14,4	1092,992	0,018479448	1

Çizelgede sarı renkte işaretlenmiş olan aylarda ısıtma enerjisine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu aylardan elde edilen kazançlar yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına dahil edilmemiştir. Hesaplama örneği olarak verilen tabloda yapılan hesaplamalar gibi diğer bütün boyut yönelme ve malzeme alternatiflerine hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucu 128 farklı bina alternatifi için kazanç kullanım faktörü ve bu değerler kullanılarak kazançlar için aylık ortalama kullanım faktörü değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar da tamamlandıktan sonra binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplamalarının yapılabilmesi için tüm ara değerler hesaplanmış olmaktadır. Bunun devamında oluşturulan alternatiflere göre binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplamaları yapılmıştır.

3.4.5. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanması

Bu bölümde Sanayi yapıları için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplamalarına yer verilmiştir. Önceki bölümlerde anlatılan hesaplamalar sonucu elde edilen bilgiler ve hesaplanan değerler kullanılarak farklı alternatiflere göre atölyelerin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda TSE 825’de yer alan ‘Tek Hacimli Bina İçin Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı Hesabı’nda yer alan formüller kullanılmıştır. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır.

$$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} \quad (3.1)$$

$$Q_{ay} = [H(\Theta_i - \Theta_e) - \eta_{ay}(\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay})].t \quad (3.2)$$

Yukarıdaki formül kullanılarak yapılan hesaplamalar 128 farklı bina alternatifi için ayrı ayrı yapılmıştır. Hesaplamaların bir örneğine aşağıdaki çizelgede yer verilmiştir (Çizelge 3.26). Bu örnekte yer alan hesaplar küçük ölçekli işyeri için bims blok 1 olarak adlandırdığımız malzeme alternatifinin açıklıkların kuzey, güney, doğu/batı yönlerine yönlendirilmiş alternatiflerine göre yapılmıştır.

Çizelge 3.26. Küçük ölçekli işyeri ve bims blok dış kabuk malzeme özelliklerine göre yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabı

ALTERNATİF 1 (KÜÇÜK İŞYERİ) (MALZ. ALT. 2- BİMS BLOK-1)							
Güneye doğru yönelenmiş açıklık alternatifi	AYLAR	($\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}$)	($\Theta_{i,ay} - \Theta_{e,ay}$)	H	η_{ay}	t	Q_{ay}
	OCAK	565,9776	16,3	814,9323	1	86400*30	3,3E+10
	ŞUBAT	660,3072	15,9	814,9323	0,999999997	86400*30	3,19E+10
	MART	683,8896	11,9	814,9323	0,999999306	86400*30	2,34E+10
	NİSAN	707,472	5,9	814,9323	0,998881952	86400*30	1,06E+10
	MAYIS	723,1936	1,6	814,9323	0,835190253	86400*30	1,81E+09
	HAZİRAN	746,776	-2,5	814,9323	-14,30483034	86400*30	2,24E+10
	TEMMUZ	731,0544	-5,7	814,9323	-573,7829042	86400*30	1,08E+12
	AĞUSTOS	731,0544	-5,2	814,9323	-328,1865647	86400*30	6,11E+11
	EYLÜL	699,6112	-1,2	814,9323	-3,0463012	86400*30	2,99E+09
	EKİM	644,5856	4,4	814,9323	0,996161993	86400*30	7,63E+09
	KASIM	526,6736	10,4	814,9323	0,999999897	86400*30	2,06E+10
	ARALIK	503,0912	14,4	814,9323	1	86400*30	2,91E+10
	TOPLAM Q				1,58E+11	43921841,24	kWh
Kuzeye doğru yönelenmiş açıklık alternatifi	AYLAR	($\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}$)	($\Theta_{i,ay} - \Theta_{e,ay}$)	H	η_{ay}	t	Q_{ay}
	OCAK	204,3808	16,3	814,9323	1	86400*30	3,39E+10
	ŞUBAT	290,8496	15,9	814,9323	1	86400*30	3,28E+10
	MART	408,7616	11,9	814,9323	1	86400*30	2,41E+10
	NİSAN	518,8128	5,9	814,9323	0,999905556	86400*30	1,11E+10
	MAYIS	621,0032	1,6	814,9323	0,87750116	86400*30	1,97E+09
	HAZİRAN	652,4464	-2,5	814,9323	-21,70539327	86400*30	3,14E+10
	TEMMUZ	636,7248	-5,7	814,9323	-1472,395118	86400*30	2,42E+12
	AĞUSTOS	573,8384	-5,2	814,9323	-1610,210438	86400*30	2,38E+12
	EYLÜL	448,0656	-1,2	814,9323	-7,868758227	86400*30	6,6E+09
	EKİM	314,432	4,4	814,9323	0,999988846	86400*30	8,48E+09
	KASIM	212,2416	10,4	814,9323	1	86400*30	2,14E+10
	ARALIK	172,9376	14,4	814,9323	1	86400*30	3E+10
	TOPLAM Q				1,638E+11	45525440,67	kWh
Doğu veya batı	AYLAR	($\phi_{i,ay} + \phi_{s,ay}$)	($\Theta_{i,ay} - \Theta_{e,ay}$)	H	η_{ay}	t	Q_{ay}
	OCAK	338,0144	16,3	814,9323	1	86400*30	3,36E+10
	ŞUBAT	448,0656	15,9	814,9323	1	86400*30	3,24E+10

MART	605,2816	11,9	814,9323	0,99999989	86400*30	2,36E+10
NİSAN	707,472	5,9	814,9323	0,998881952	86400*30	1,06E+10
MAYIS	896,1312	1,6	814,9323	0,766605049	86400*30	1,6E+09
HAZİRAN	959,0176	-2,5	814,9323	-7,367820815	86400*30	1,3E+10
TEMMUZ	927,5744	-5,7	814,9323	-148,5764418	86400*30	3,45E+11
AĞUSTOS	833,2448	-5,2	814,9323	-160,6959724	86400*30	3,36E+11
EYLÜL	636,7248	-1,2	814,9323	-3,645308636	86400*30	3,48E+09
EKİM	463,7872	4,4	814,9323	0,99956115	86400*30	8,09E+09
KASIM	322,2928	10,4	814,9323	1	86400*30	2,11E+10
ARALIK	290,8496	14,4	814,9323	1	86400*30	2,97E+10
TOPLAM Q			1,607E+11	44664746,65	kWh	

Hesaplamalar yapılırken, çizelgede yer alan sarı renkle işaretlenmiş aylarda binalar ısıtma enerjisine ihtiyaç duymamaktadır. Bundan dolayı hesaplamalarda o aylara ait veriler hesaba katılmamıştır. Isıtma enerjisi ihtiyacı değerlerinin birimi joule olarak hesaplanmış daha sonra kWh olarak dönüştürülmüştür.

Hesaplamalarda küçük, orta ve büyük ölçekli işyerleri için alternatifler oluşturulmuş. Küçük ölçekli işyeri için betonarme (1), Bims blok (10), Delikli Tuğla (5) olmak üzere 15 malzeme alternatifi ve her malzeme alternatifi için güney, kuzey, doğu/batı yöne yönlendirilmiş açıklık alternatiflerine göre hesaplamalar yapılmıştır. Toplamda kırk sekiz farklı alternatif ortaya çıkmış ve her alternatif için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanmıştır. Orta ölçekli işyeri alternatifi için de küçük ölçekli işyerin de olan alternatifler hesaplanmış ve orta ölçekli işyeri için de kırk sekiz farklı alternatif ortaya konulmuş ve her alternatif için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanmıştır. Büyük ölçekli işyeri için ise malzeme özellikleri küçük ve orta işyeri için olan alternatifler gibi alınmıştır fakat yönlenme özellikleri güney/kuzey, doğu/batı olmak üzere iki farklı yönlenme alternatifi olarak değerlendirmeye alınmıştır. Bu alternatifler doğrultusunda otuz iki farklı alternatif için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanmıştır. Toplamda bu üç tip işyeri için oluşturulan tüm alternatifler ile yüzirmisekiz farklı alternatif için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda çıkan değerler aşağıdaki çizelgede yer almaktadır (Çizelge 3.27).

Çizelge 3.27. Tüm işyeri olasılıklarına göre işyerlerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı

Q' YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI (kWh)				
BOYUT ÖZELLİKLERİ	MALZEME TÜRÜ	GÜNEY	KUZEY	DOĞU-BATI
KÜÇÜK ÖLÇEKLI İŞYERİ (320.01 m2)	BETONARME	60069693,2	61686708,38	60794462,83
	BİMS BLOK-1	43921841,24	45525440,67	44664746,65
	BİMS BLOK-2	45115891,5	46720798,49	45857390,16
	BİMS BLOK-3	46009534,1	47615375,3	46749979,8
	BİMS BLOK-4	47257885,4	48864973,3	47996863,5
	BİMS BLOK-5	48407372,05	50015552,53	49145004,94
	BİMS BLOK-6	50765379,79	52375652,93	51500282,53
	BİMS BLOK-7	52081415,01	53692777,99	52814816,53
	BİMS BLOK-8	54569792,59	56183081,48	55300410,27
	BİMS BLOK-9	55731885,2	57346018,52	56461230,34
	BİMS BLOK-10	57554196,16	59169589,6	58281584,45
	DELİKLİ TUĞLA-1	43418222,68	45021248,82	44161720,51
	DELİKLİ TUĞLA-2	44167913,46	45771788,19	44910529,15
	DELİKLİ TUĞLA-3	44884184,5	46488843,3	45625956,3
	DELİKLİ TUĞLA-4	45569209,1	47174594,5	46310173,5
DELİKLİ TUĞLA-5	46224994,49	47831055,58	46965186,59	
BOYUT ÖZELLİKLERİ	MALZEME TÜRÜ	GÜNEY	KUZEY	DOĞU-BATI
ORTA ÖLÇEKLI İŞYERİ (517.57 m2)	BETONARME	98123875,77	101584503,6	99721308,48
	BİMS BLOK-1	78229237,51	81663480,94	79849396,84
	BİMS BLOK-2	79700291,79	83136977,15	81318884,9
	BİMS BLOK-3	80801286,6	84239734,5	82418687,7
	BİMS BLOK-4	82339245,28	85780067,84	83954956,12
	BİMS BLOK-5	83755451,4	87198375,75	85369582,86
	BİMS BLOK-6	86660479,68	90107482,07	88271314,72
	BİMS BLOK-7	88281857,58	91731010,94	89890826,2
	BİMS BLOK-8	91347595,18	94800595,76	92952997,41
	BİMS BLOK-9	92779360,88	96234067,61	94383085,54
	BİMS BLOK-10	95024546,98	98481823,1	96625631,73
	DELİKLİ TUĞLA-1	77608778,66	81041960,81	79229588,69
	DELİKLİ TUĞLA-2	78532417,7	81967172,82	80152256,87
	DELİKLİ TUĞLA-3	79414854,4	82851073,9	81033753,9
	DELİKLİ TUĞLA-4	80258796,21	83696382,42	81876786,64
DELİKLİ TUĞLA-5	81066720,93	84505585,84	82683832,32	
BOYUT ÖZELLİKLERİ	MALZEME TÜRÜ	GÜNEY-KUZEY	DOĞU-BATI	
BÜYÜK ÖLÇEKLI İŞYERİ (923.14)	BETONARME	180073135,6	179849937,5	
	BİMS BLOK-1	151572441,6	151407311,2	
	BİMS BLOK-2	153680591,5	153510932,7	

BİMS BLOK-3	155258224,9	155085202,9	
BİMS BLOK-4	157462010,4	157284326,5	
BİMS BLOK-5	159491086,9	159309147,6	
BİMS BLOK-6	163653137,5	163462578,1	
BİMS BLOK-7	165975833,7	165780526,2	
BİMS BLOK-8	170367456,9	170163291,8	
BİMS BLOK-9	172418285,2	172210036,8	
BİMS BLOK-10	175634132,3	175419547,8	
DELİKLİ TUĞLA-1	150683225,6	150520017,2	
DELİKLİ TUĞLA-2	152006921,3	151840854,4	
DELİKLİ TUĞLA-3	153271522,3	153102739,2	
DELİKLİ TUĞLA-4	154480900	154309532,3	
DELİKLİ TUĞLA-5	155638637,2	155464807,5	

Hesaplamalar sonucu elde edilen verilere göre küçük ölçekli işyeri için en düşük ısıtma enerjisi ihtiyacı güneye yönlendirilmiş açıklı, delikli tuğla duvar 1 malzemesi alternatifi olan bina alternatifinden elde edilmiştir. Bu değer 43418222,68 kWh'dir. Küçük ölçekli bina için en yüksek ısıtma enerjisi ihtiyacı 61686708,38 kWh değeri ile betonarme yapı malzemesi, kuzeye yönlendirilmiş açıklık alternatifidir. Orta ölçekli işyeri alternatifi için en düşük yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı yine güneye yönlendirilmiş bina açıklık alternatifi için delikli tuğla duvar 1 malzeme alternatifidir ve değer 77608778,66 kWh'dir. Orta ölçekli bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı en yüksek olan bina alternatifi 101584503,6 kWh değeri ile betonarme yapı malzemesi, kuzeye yönlendirilmiş açıklık alternatifidir. Büyük ölçekli işyeri alternatifi için en düşük yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı ise doğu/batı yönünde yönlendirilmiş bina açıklık alternatifi için delikli tuğla duvar 1 malzeme alternatifidir ve değer 150520017,2 kWh'dir. Orta ölçekli bina için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı en yüksek olan bina alternatifi 180073135,6 kWh değeri ile betonarme yapı malzemesi, güney/kuzeye yönlendirilmiş açıklık alternatifidir.

Oluşturulan alternatiflerin tümü dikkate alındığında, yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı en yüksek olan yapı alternatifi 180073135,6 kWh ile betonarme duvar malzemesi, güney/kuzeye yönlendirilmiş büyük ölçekli işyeri alternatifidir. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı en düşük olan yapı alternatifi ise 43418222,68 kWh ile delikli tuğla duvar malzemesi ve güneye yönlendirilmiş açıklık alternatifi olan küçük ölçekli işyeri alternatifidir.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde önceki bölümlerde anlatılan tüm bilgiler ve elde edilen veriler dikkate alınarak oluşturulacak olan oto sanayi yapılarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, bulanık mantık modelinin oluşturulması anlatılmıştır. Öncelikle bulanık mantığın genel yapısı ve kullanılacak olan Mamdani yöntemi üzerinde durulmuştur. Araştırmalar ve hesaplamalar sonucu elde edilen verilerin sisteme girişinin sağlanabilmesi için bazı kavramlar kısaltılıp sembolleştirilmiştir. Kavramların kısaltılıp sembolleştirilmesine dilsel değişkenlerin oluşturulması da denmektedir. Bu dilsel değişkenlerin neler olduğu hakkında bilgilere yer verilmiştir. Dilsel değişkenlerin tanımlanmasının ardından bulanık mantık üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Daha sonra sistemin öğrenmesini sağlayacak olan kurallar belirlenerek bu kuralların sisteme girişi hakkında bilgilere yer verilmektedir. Sonrasında modelin test edilmesi konusuna yer verilerek hesaplanmış olan yapı alternatiflerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri ile bulanık mantık modelinden elde edilen değerler karşılaştırılarak sistemin tahminlerinin doğruluk dereceleri test edilmektedir. Son olarak yeni alternatifler oluşturulup sisteme tahmin ettirilerek elde edilen verilere yer verilmiştir.

4.1. Bulanık Mantık Model Kurgusu

Bulanık mantık, insan düşüncesini ve muhakeme yeteneğini modellemeyi ve modeli ihtiyaçlar dâhilinde problemlere uygulamayı amaçlamaktadır. Bilgisayarların, insanların özel verilerini işlemek üzere deneyimleri ve iç görülerinden yararlanarak çalışmaktadır (Zadeh, 1992).

Bulanık bir model, bulanık uygulamalar şeklinde karmaşık bir sistemi ifade etmektedir. Bulanık mantık sisteminin kullandığı bulanık modeller vardır. Bunlardan Mamdani tabanlı bulanık model sözel ilişkiler ve gözlemlenen veriler kullanılarak oluşturulabilir. Mamdani tabanlı bulanık modeller, sistem modellemesi için çok sayıda kural kullanmaktadır. X'in girdi (regresyon) matrisi olmasına ve eşdeğeri olarak tanımlanan bir çıkış vektörüne göre çalışmaktadır (4.1).

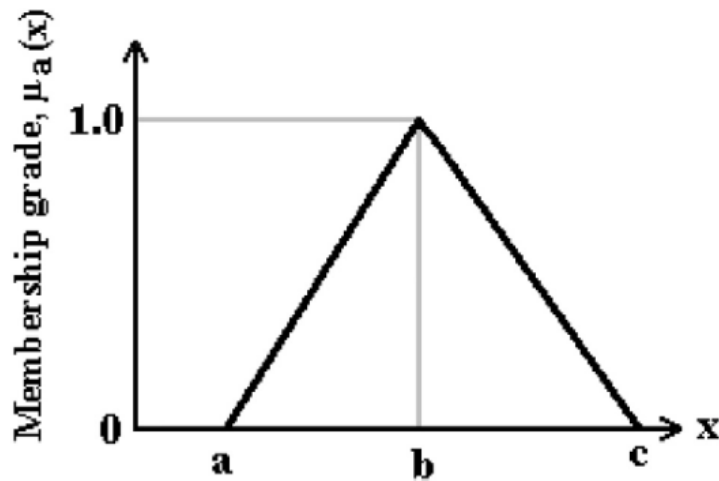
$$X = [x_1, \dots, x_n]^T = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} \\ x_{21} & x_{22} \\ \vdots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} \end{bmatrix}$$

$$g = [g_1, \dots, g_n] \quad (4.1)$$

Mamdani bulanık modelinde, hem öncül fonksiyon hem de sonuç fonksiyonu, bulanık önermelerdir. Genel bir dilbilimsel bulanık modeli, eğer- ise (if-then) kural tabanıyla oluşturulur (4.2).

$$R_i : \text{if } x \text{ is } A_i \text{ then } y \text{ is } B_i, \quad i = 1, 2, \dots, K \quad (4.2)$$

Burada R_i kural numarasıdır, A_i ve B_i bulanık kümelerdir, x bulanık sistemdeki girdiyi temsil eden öncül değişkendir ve y , bulanık sistemin çıktısıyla ilgili ortaya çıkan değişkendir. Üyelik fonksiyonu, $\mu_a(x)$, söylem evreninde x , bulanık altkümesi olarak tanımlanır. Bu yapı üçgen üyelik fonksiyonu denklemi olarak gösterilebilir. (Bojadziew, 1991).



Şekil 4.1. Üçgen üyelik fonksiyonunun yapısı

Bulanık mantık modellerinde Üçgen üyelik fonksiyonları, (a , b ve c) ile tanımlanır, burada a ve c , sırasıyla minimum ve maksimum değerleri ve b , Şekil 4.1.'de

gösterilen en olası değeri temsil etmektedir (Bai, Wang, 2006). Üçgen üyelik fonksiyonlarına ait denklem aşağıdaki formül ile ifade edilmektedir (4.3).

$$\mu_a(x) = \begin{cases} (x-a)/(b-a) & \text{if } a \leq x \leq b \\ (x-c)/(b-c) & \text{if } b \leq x \leq c \\ 0; & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4.3)$$

Sonuç olarak bulanık bir işlem üç bölümden oluşur. Bu düzende bulanıklaştırma birimi, bulanık işlem sisteminin ilk birimini ifade eder. Kesin sonuç veya geri bildirim olarak bu sisteme girilen bilgiler burada ölçek değişikliği ile tanımlanır. Diğer bir deyişle; bu verilerin her birine atanan bir üyelik değeri dilsel bir yapıya dönüştürülür ve kural işleme birimine gönderilir. Kural işlem birimine giren bilgiler, kural esaslı işlem biriminde depolanan “if... else... ve“ gibi kurallarla birleştirilir. Burada belirtilen mantıksal önermeler, problemin niteliğine göre sayısal değerler ile de belirlenebilir. Son adımda; Sorunun yapısına göre mantıklı karar önerileri kullanılarak elde edilen sonuçlar, geri bildirim ünitesine gönderilir. Bulanıklaştırıcı ünitelere gönderilen bulanık küme ilişkilerinde, her bulanık bilgi ölçek değişikliği ile gerçek sayıya dönüştürülür (Sivanandam, 2007). Bulanık mantık sisteminin performansını etkileyen en önemli faktör; sisteme tanımlanacak olan kurallar ve bu kuralların doğruluğudur. Kurallar belirlenirken deneysel çalışma sonucunda elde edilmiş her bir değer iyi bir şekilde analiz edilmelidir. Sisteme öğretilebilecek olan her yanlış kural Bulanık Mantık modelinin doğruluk hassasiyetinin bozulmasına yol açacaktır (Ata, 2015). Kısaca bulanık mantık modelinin oluşturulması, sisteme ait giriş ve çıkış parametrelerinin belirlenmesi, her parametreye ait üyelik fonksiyonlarının oluşturulması, sistemin çalışması için üyelik fonksiyonlarına bağlı olarak kurallar belirlenmesi ve kuralların test edilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Oto sanayi yapılarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının bulanık mantık modelinin oluşturulması aşamaları aşağıda detaylı olarak anlatılmaktadır.

4.2. Bulanık Mantık Değişkenlerin Tanımlanması

Bulanık mantık modelinin yapısını oluştururken oluşturduğumuz alternatiflerin değerlerini sisteme girebilmek için kavramları sembolleştirmemiz gerekmektedir. Bunun için oluşturduğumuz her bina boyut, malzeme ve yönlenme özellikleri kısaltılarak sisteme girişlerde adlandırılması sağlanmıştır. Bu planlamaya göre;

- Boyut özellikleri:

Küçük Ölçekli İşyeri	:KÖİ
Orta Ölçekli İşyeri	:OÖİ
Büyük Ölçekli İşyeri	:BÖİ

- Malzeme özellikleri:

Delikli Tuğla Duvar Malzemesi	: DT
Bims Blok Duvar Malzemesi	: BB
Betonarme Duvar Malzemesi	: BET

- Yönlenme özellikleri:

Güney Yönü	: G
Kuzey Yönü	:K
Doğu/Batı Yönü	:D/B
Güney/Kuzey Yönü	:G/K

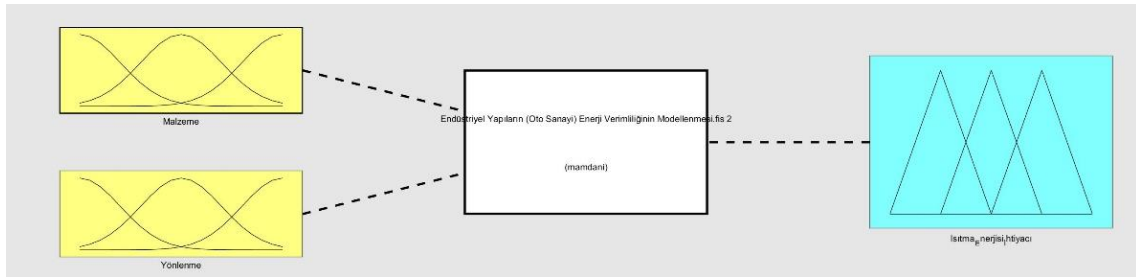
- Sistemin giriş ve çıkış parametreleri

Malzeme	:Mlz
Yönlenme-boyut	:Ynl
Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı	:Q

Olarak adlandırılmıştır. İfade tanımlamalarının ardından modelleme çalışması sistemine ait giriş ve çıkış parametreleri yani üyelik fonksiyonları belirlenmelidir.

4.3. Üyelik Fonksiyonlarının Tanımlanması

Üyelik fonksiyonları belirlenmesi bir bulanık mantık sürecidir ve sayısal bir değeri bulanık mantık değerine çevirir. Endüstriyel binaların (oto sanayi yapılarının) enerji verimliliğinin bulanık mantık modellenmesi çalışmasında sisteme ait giriş-çıkış parametreleri yani sistemin üyelik fonksiyonları belirlenmelidir. Sistemin doğru çalışabilmesi için giriş ve çıkış parametrelerinin doğru tanımlanması gerekmektedir. Binaların enerji performansını etkileyen tasarım parametreleri içerisinde uygun olan değerler düzenlenerek giriş parametreleri olarak tanımlanmıştır. Çıkış parametresi olarak da modelden beklenen sonuç dikkate alınmıştır. Bu model iki giriş bir çıkış sisteminden oluşmaktadır (Şekil 4.2).



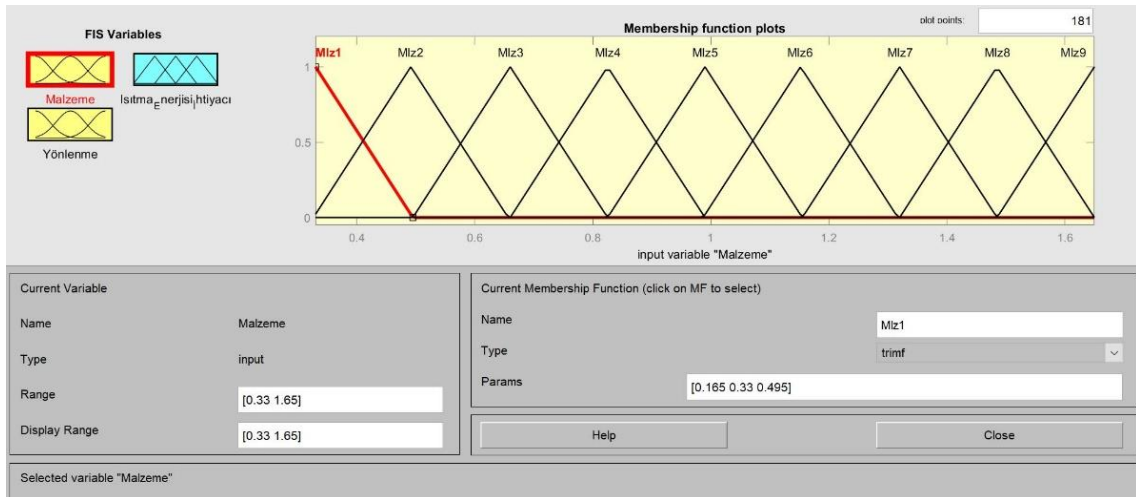
Şekil 4.2. Sistemin giriş ve çıkış parametrelerinin tanımlanması

Giriş parametrelerinden birincisi 'mlz' olarak adlandırdığımız malzeme çeşidinin ısı iletim hesap değeridir. Daha önceki bölümlerde belirlediğimiz; betonarme, bims blok ve delikli tuğla malzeme alternatifleri ve bu malzeme alternatiflerinin birim ağırlıklarına göre çeşitleri dikkate alınarak alternatifler listelenmiş ve ısı iletim hesap değerleri dikkate alınmıştır. Bu değerleri bulanık mantık sistemine girmek için küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır (Çizelge 4. 1).

Çizelge 4.1. Malzeme girdi değişken değerlerinin tanımlanması

MALZEME CİNSİ	ISIL İLETKENLİK HESAP DEĞERİ ($\Delta h^3 - W/mK$)
DT1	0,33
BMS1	0,35
DT2	0,36
DT3	0,39
BMS2	0,4
DT4	0,42
BMS3	0,44
DT5	0,45
BMS4	0,5
BMS5	0,56
BMS6	0,7
BMS7	0,79
BMS8	0,99
BMS9	1,1
BMS10	1,3
BET	1,65

Daha sonra bu değerler bulanık mantık sistemine giriş parametresi olarak girilerek malzeme alternatifinin üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Sistemde üçgen üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Malzeme değişkenlerin üyelik dereceleri aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Bina dış kabuk malzeme değerlerinin üyelik derecesi grafiği

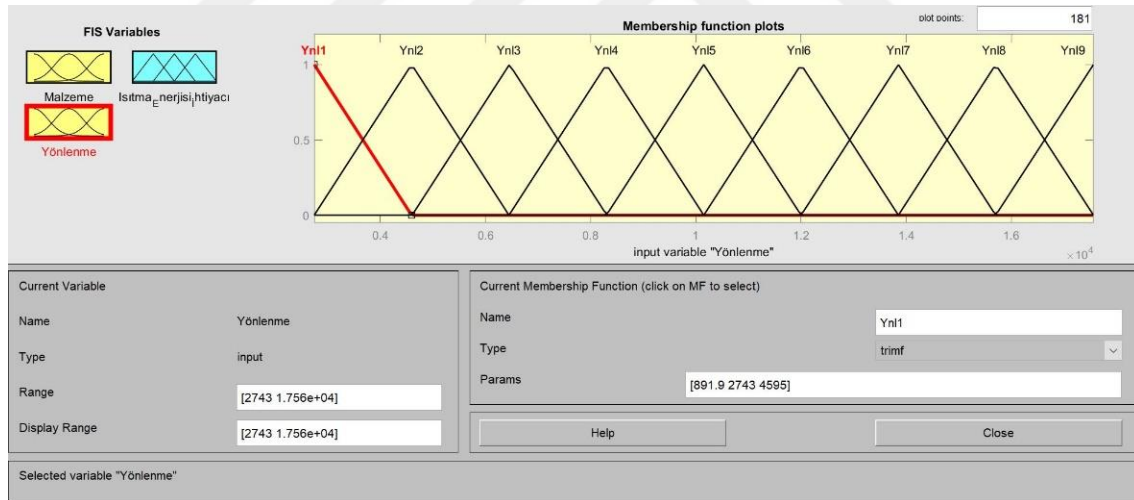
Mlz giriş parametresinin değerleri sisteme tanımlandığında yukarıda yer alan şekilde görüldüğü gibi sistem 9 üçgen üyelik fonksiyonu atamıştır ve her fonksiyona bir aralık değeri tanımlamıştır. Örneğin Mlz6 üyelik fonksiyonunun aralık değeri; 0.9869-1.317 Aralığında değerlerden oluşmaktadır.

Daha önceki bölümlerde de üzerinde durulduğu gibi binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının azaltılmasında bina boyutları ve bina yönlenmesi parametreleri önemli faktörlerdendir. Binaların pencere gibi saydam yüzeylerden oluşan açıklıkları güneş enerjisi kazancı miktarını doğrudan etki etmektedir. Aynı zamanda bu yüzeyler ısı geçirgenlik direnci zayıf olduğundan ısı kayıplarına da neden olmaktadır. Yine bina boyut özellikleri gibi binaların yönlendirildiği yöne göre de binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri değişmektedir. Kuzey yöne gelen güneş ışınları ile güney yöne gelen güneş ışınları farklılık göstermektedir. Bu bilgilerden yola çıkarak bulanık mantık modelinin ikinci girdi parametresi olarak binaların boyutları ve açıklıklarının yönlendirildiği yöne göre yönlenme faktörü dikkate alınarak güneş enerjisi kazancı değerleri hesaplanmış ve bu hesaplana değerler 'Ynl' olarak adlandırdığımız ikinci girdi parametresi olarak tanımlanmıştır. Bu değerler aşağıdaki çizelgede sisteme girilmek için düzenlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri

ALTERNATİFLERE GÖRE YILLIK GÜNEŞ ENERJİSİ KAZANCI Φ_{say} (W) DEĞERLERİ		
BOYUT	YÖN	Φ_{say} (W)
1. ALTERNATİF (KÜÇÜK İŞYERİ)	KUZEY	2743,42
1. ALTERNATİF (KÜÇÜK İŞYERİ)	DOĞU/BATI	4071,89
1. ALTERNATİF (KÜÇÜK İŞYERİ)	GÜNEY	5015,19
2. ALTERNATİF (ORTA BÜYÜKLÜKTE İŞYERİ)	KUZEY	5914,01
2. ALTERNATİF (ORTA BÜYÜKLÜKTE İŞYERİ)	DOĞU/BATI	8777,82
2. ALTERNATİF (ORTA BÜYÜKLÜKTE İŞYERİ)	GÜNEY	10811,29
3. ALTERNATİF (BÜYÜK İŞYERİ)	GÜNEY/KUZEY	16725,31
3. ALTERNATİF (BÜYÜK İŞYERİ)	DOĞU/BATI	17555,64

Oluşturulan bina alternatiflerinin yönlenme boyut faktörüne bağlı olarak hesaplanmış olan yıllık güneş enerjisi kazancı değerleri, bulanık mantık sistemine giriş parametresi olarak girilerek malzeme alternatifinin üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Sistemde üçgen üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Malzeme değişkenlerin üyelik dereceleri aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Bina yıllık güneş enerjisi kazanç değerlerinin üyelik derecesi grafiği

Ynl giriş parametresinin değerleri sisteme tanımlandığında yukarıda yer alan şekilde görüldüğü gibi sistem 9 üçgen üyelik fonksiyonu atamıştır ve her fonksiyona bir aralık değeri tanımlamıştır. Örneğin Ynl3 üyelik fonksiyonunun aralık değeri; $4,6E+03-8,31E+03$ Aralığında değerlerden oluşmaktadır.

Sistemin çıkış parametresi olarak binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri tanımlanmıştır. Bu değerler, binaların boyut, yönlenme ve malzeme özelliklerine göre

oluşturulan 128 bina alternatifine göre hesaplanmıştır. Bu bina alternatiflerinin yıllık ısıtma enerjisi hesaplamaları önceki bölümde anlatılmaktadır. Hesaplamalar sonucu elde edilen verilerin sisteme girişinin sağlanması için düzenlenmiştir. Bu değerlerin düzenlenmiş hali aşağıdaki çizelgede yer almaktadır (izelge 4.3).

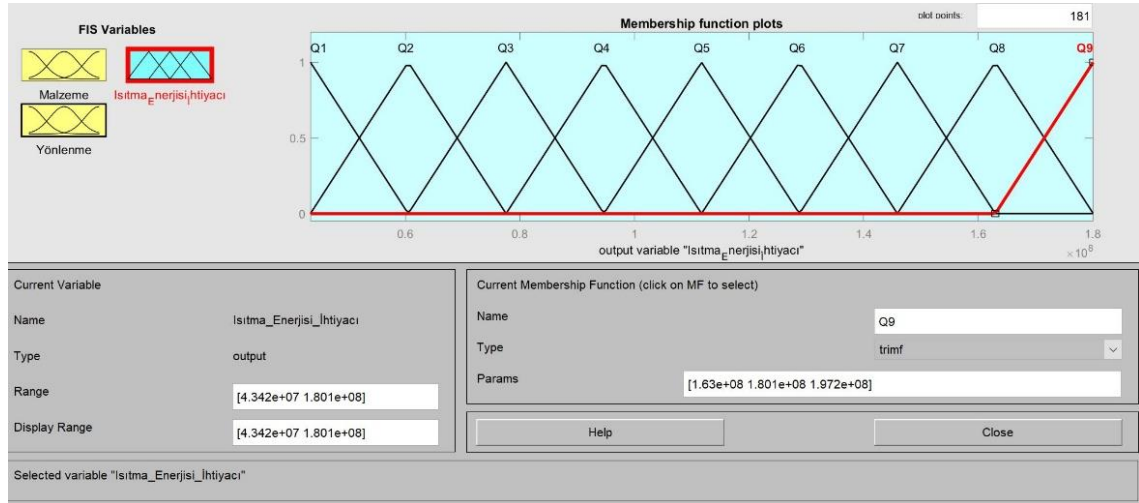


Çizelge 4.3. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri

BÜYÜKLÜK SIRALAMASINA GÖRE 'Q' YILLIK ISITMA ENERJİSİ İHTİYACI (kWh)														
Küçük ölçekli işyeri	S.N.	MLZ	YÖN	Q DEĞERİ	Orta ölçekli işyeri	S.N.	MLZ	YÖN	Q DEĞERİ	Büyük ölçekli işyeri	S.N.	MLZ	YÖN	Q DEĞERİ
	1	DT1	GÜNEY	43418222,7		49	DT1	GÜNEY	77608779		97	DT1	DOĞU/BATI	1.51E+08
	2	BB1	GÜNEY	43921841,2		50	BB1	GÜNEY	78229238		98	DT1	GÜNEY/KUZHEY	1.51E+08
	3	DT1	DOĞU/BATI	44161720,5		51	DT2	GÜNEY	78532418		99	BB1	DOĞU/BATI	1.51E+08
	4	DT2	GÜNEY	44167913,5		52	DT1	DOĞU/BATI	79229589		100	BB1	GÜNEY/KUZHEY	1.52E+08
	5	BB1	DOĞU/BATI	44664746,7		53	DT3	GÜNEY	79414854		101	DT2	DOĞU/BATI	1.52E+08
	6	DT3	GÜNEY	44884184,5		54	BB2	GÜNEY	79700292		102	DT2	GÜNEY/KUZHEY	1.52E+08
	7	DT2	DOĞU/BATI	44910529,2		55	BB1	DOĞU/BATI	79849397		103	DT3	DOĞU/BATI	1.53E+08
	8	DT1	KUZHEY	45021248,8		56	DT2	DOĞU/BATI	80152257		104	DT3	GÜNEY/KUZHEY	1.53E+08
	9	BB2	GÜNEY	45115891,50		57	DT4	GÜNEY	80258796		105	BB2	DOĞU/BATI	1.54E+08
	10	BB1	KUZHEY	45525440,7		58	BB3	GÜNEY	80801287		106	BB2	GÜNEY/KUZHEY	1.54E+08
	11	DT4	GÜNEY	45569209,10		59	DT3	DOĞU/BATI	81033754		107	DT4	GÜNEY/KUZHEY	1.54E+08
	12	DT3	DOĞU/BATI	45625956,30		60	DT1	KUZHEY	81041961		108	DT4	DOĞU/BATI	1.54E+08
	13	DT2	KUZHEY	45771788,2		61	DT5	GÜNEY	81066721		109	BB3	GÜNEY/KUZHEY	1.55E+08
	14	BB2	DOĞU/BATI	45857390,2		62	BB2	DOĞU/BATI	81318885		110	BB3	DOĞU/BATI	1.55E+08
	15	BB3	GÜNEY	46009534,10		63	BB1	KUZHEY	81663481		111	DT5	DOĞU/BATI	1.55E+08
	16	DT5	GÜNEY	46224994,5		64	DT4	DOĞU/BATI	81876787		112	DT5	GÜNEY/KUZHEY	1.56E+08
	17	DT4	DOĞU/BATI	46310173,50		65	DT2	KUZHEY	81967173		113	BB4	DOĞU/BATI	1.57E+08
	18	DT3	KUZHEY	46488843,30		66	BB4	GÜNEY	82339245		114	BB4	GÜNEY/KUZHEY	1.57E+08
	19	BB2	KUZHEY	46720798,5		67	BB3	DOĞU/BATI	82418688		115	BB5	DOĞU/BATI	1.59E+08
	20	BB3	DOĞU/BATI	46749979,80		68	DT5	DOĞU/BATI	82683832		116	BB5	GÜNEY/KUZHEY	1.59E+08
	21	DT5	DOĞU/BATI	46965186,6		69	DT3	KUZHEY	82851074		117	BB6	DOĞU/BATI	1.63E+08
	22	DT4	KUZHEY	47174594,50		70	BB2	KUZHEY	83136977		118	BB6	GÜNEY/KUZHEY	1.64E+08
	23	BB4	GÜNEY	47257885,4		71	DT4	KUZHEY	83696382		119	BB7	DOĞU/BATI	1.66E+08

24	BB3	KUZEY	47615375,30	72	BB5	GÜNEY	83755451	120	BB7	GÜNEY/KUZEY	1.66E+08
25	DT5	KUZEY	47831055,6	73	BB4	DOĞU/BATI	83954956	121	BB8	DOĞU/BATI	1.7E+08
26	BB4	DOĞU/BATI	47996863,50	74	BB3	KUZEY	84239735	122	BB8	GÜNEY/KUZEY	1.7E+08
27	BB5	GÜNEY	48407372,1	75	DT5	KUZEY	84505586	123	BB9	DOĞU/BATI	1.72E+08
28	BB4	KUZEY	48864973,30	76	BB5	DOĞU/BATI	85369583	124	BB9	GÜNEY/KUZEY	1.72E+08
29	BB5	DOĞU/BATI	49145004,9	77	BB4	KUZEY	85780068	125	BB10	GÜNEY/KUZEY	1.76E+08
30	BB5	KUZEY	50015552,5	78	BB6	GÜNEY	86660480	126	BB10	DOĞU/BATI	1.75E+08
31	BB6	GÜNEY	50765379,8	79	BB5	KUZEY	87198376	127	BET	DOĞU/BATI	1.8E+08
32	BB6	DOĞU/BATI	51500282,5	80	BB6	DOĞU/BATI	88271315	128	BET	GÜNEY/KUZEY	1.8E+08
33	BB7	GÜNEY	52081415	81	BB7	GÜNEY	88281858				
34	BB6	KUZEY	52375652,9	82	BB7	DOĞU/BATI	89890826				
35	BB7	DOĞU/BATI	52814816,5	83	BB6	KUZEY	90107482				
36	BB7	KUZEY	53692778	84	BB8	GÜNEY	91347595				
37	BB8	GÜNEY	54569792,6	85	BB7	KUZEY	91731011				
38	BB8	DOĞU/BATI	55300410,3	86	BB9	GÜNEY	92779361				
39	BB9	GÜNEY	55731885,20	87	BB8	DOĞU/BATI	92952997				
40	BB8	KUZEY	56183081,5	88	BB9	DOĞU/BATI	94383086				
41	BB9	DOĞU/BATI	56461230,3	89	BB8	KUZEY	94800596				
42	BB9	KUZEY	57346018,5	90	BB10	GÜNEY	95024547				
43	BB10	GÜNEY	57554196,2	91	BB9	KUZEY	96234068				
44	BB10	DOĞU/BATI	58281584,5	92	BB10	DOĞU/BATI	96625632				
45	BB10	KUZEY	59169589,6	93	BET	GÜNEY	98123876				
46	BET	GÜNEY	60069693,20	94	BB10	KUZEY	98481823				
47	BET	DOĞU/BATI	60794462,8	95	BET	DOĞU/BATI	99721308				
48	BET	KUZEY	61686708,4	96	BET	KUZEY	1,02E+08				

Oluşturulan bina alternatiflerinin yönlenme boyut ve malzeme alternatiflerine bağlı olarak hesaplanmış olan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri, bulanık mantık sistemine çıkış parametresi olarak tanımlanmış ve sisteme girilen ısıtma enerjisi ihtiyacı değerlerinin üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Sistemde üçgen üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değişkenlerin üyelik dereceleri aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Bina yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerlerinin üyelik derecesi grafiği

Q (Binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı) çıkış parametresinin değerleri sisteme tanımlandığında yukarıda yer alan şekilde görüldüğü gibi sistem 9 üçgen üyelik fonksiyonu atamıştır ve her fonksiyona bir aralık değeri tanımlanmıştır. Örneğin Q8 üyelik fonksiyonunun aralık değeri; 1,459E+08-1,801E+08 Aralığında değerlerden oluşmaktadır.

Analitik formda bulanık üyelik fonksiyonları; Mlz, Ynl ve Q değerleri için aşağıdaki denklemler ile ifade edilmiştir.

$$Mlz_3(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 0.495 \\ (x - 0.495)/(0.165) & \text{if } 0.495 \leq x \leq 0.66 \\ (0.825 - x)/(0.165) & \text{if } 0.660 \leq x \leq 0.825 \\ 0 & ; \quad x \geq 0.825 \end{cases} \quad (4.4)$$

$$Ynl_3(x) = \begin{cases} 0 & ; \quad x \leq 4595 \\ (x - 4595)/(1851) & \text{if } 4595 \leq x \leq 6446 \\ (8298 - x)/(1851) & \text{if } 6446 \leq x \leq 8298 \\ 0 & ; \quad x \geq 8298 \end{cases} \quad (4.5)$$

$$Q_3(x) = \begin{cases} 0 & ; & x \leq 6.05e + 07 \\ (x - 6.05e + 07)/(1.71e + 07) & \text{if } 6.05e + 07 \leq x \leq 7.758e + 07 \\ (9.466e + 07 - x)/(1.71e + 07) & \text{if } 7.758e + 07 \leq x \leq 9.466e + 07 \\ 0 & ; & x \geq 9.466e + 07 \end{cases} \quad (4.6)$$

Üyelik fonksiyonları sisteme tanımlandığında her bir giriş ve çıkış parametresinin bulanık seti sistem içerisinde üçgen üyelik fonksiyonları ile tanımlanmaktadır. Üyelik üçgen fonksiyonları sistemin belirlediği değer aralıklarını ifade etmektedir. Sisteme tanımlanmış olan giriş ve çıkış parametrelerinin her biri 9 üçgen fonksiyondan oluşmaktadır. Giriş ve çıkış değişkenlerinin sayısal değerleri sözel değişkenlere dönüştürülmüştür. Bunlar L1-çok çok düşük, L2-çok düşük, L3-düşük, L4-negatif orta, L5-orta, L6-pozitif orta, L7-yüksek, L8-çok yüksek, L9-çok çok yüksek olarak ifade edilebilmektedir. Bu fonksiyonların sayısal değer aralıkları aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Giriş ve çıkış parametrelerinin bulanık setleri

Üyelik Fonksiyonu İsmi	Çok Çok Düşük	Çok Düşük	Düşük	Negatif Orta	Orta	Pozitif Orta	Yüksek	Çok Yüksek	Çok Çok Yüksek
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9
Malzeme (W/mK)	Mlz1	Mlz2	Mlz3	Mlz4	Mlz5	Mlz6	Mlz7	Mlz8	Mlz9
	0,167-0,495	0,3265-0,6565	0,495-0,825	0,66-0,99	0,825-1,155	0,9869-1,317	1,155-1,485	1,32-1,65	1,485-1,815
Boyut-Yönlenme (W)	Ynl1	Ynl2	Ynl3	Ynl4	Ynl5	Ynl6	Ynl7	Ynl8	Ynl9
	891,9-4595	2743-6446	4,6E+03-8,31E+03	6446-1,01E+04	8298-1,2E+04	1,015E+04-1,385E+04	1,2E+04-1,57E+04	1,385E+04-1,756E+04	1,57E+04-1,941E+04
Isıtma Enerjisi İhtiyacı kWh	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
	2,634E+07-6,05E+07	4,342E+07-7,758E+07	6,05E+07-9,466E+07	7,758E+07-1,117E+08	9,466E+07-1,288E+08	1,117E+08-1,459E+08	1,288E+08-1,63E+08	1,459E+08-1,801E+08	1,63E+08-1,972E+08

Hazırlanan üyelik fonksiyonları aracılığıyla günlük hayatta kesin olarak tanımlanan değerlerin bulanık ifadelerle dönüştürülmesi sağlanmıştır. Üyelik fonksiyonlarının sisteme tanıtılmasından çıkan değerler ve daha önce hesaplanmış değerler kullanılarak sistemin kuralları oluşturulmuştur.

4.4. Kural Tabanının Oluşturulması

Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinden sonra, bulanık mantık kural tabanının oluşturulması aşaması gelmektedir. Kurallar, kontrol stratejisinin tanımlanmasını sağlayan girdi/çıkı ilişkilerini içerir. Bulanık kural tabanı ‘eğer-ise (if-then)’ kelimeleri ile ayrılmış iki bölümden oluşmaktadır. Öncül yani ‘Eğer’ kısımda girdi değişkenleri, çıkarım yani ‘ise’ kısmında çıktı değeri elde edilecek şekilde sözel bilgilerden oluşmaktadır. Sistemin çıkarım yöntemi olarak mamdani çıkarım yöntemi benimsenmiştir. Bu yöntem uzman tarafından belirlenmiş sözel kuralları kullanarak çıkarım yapılmasını sağlamaktadır.

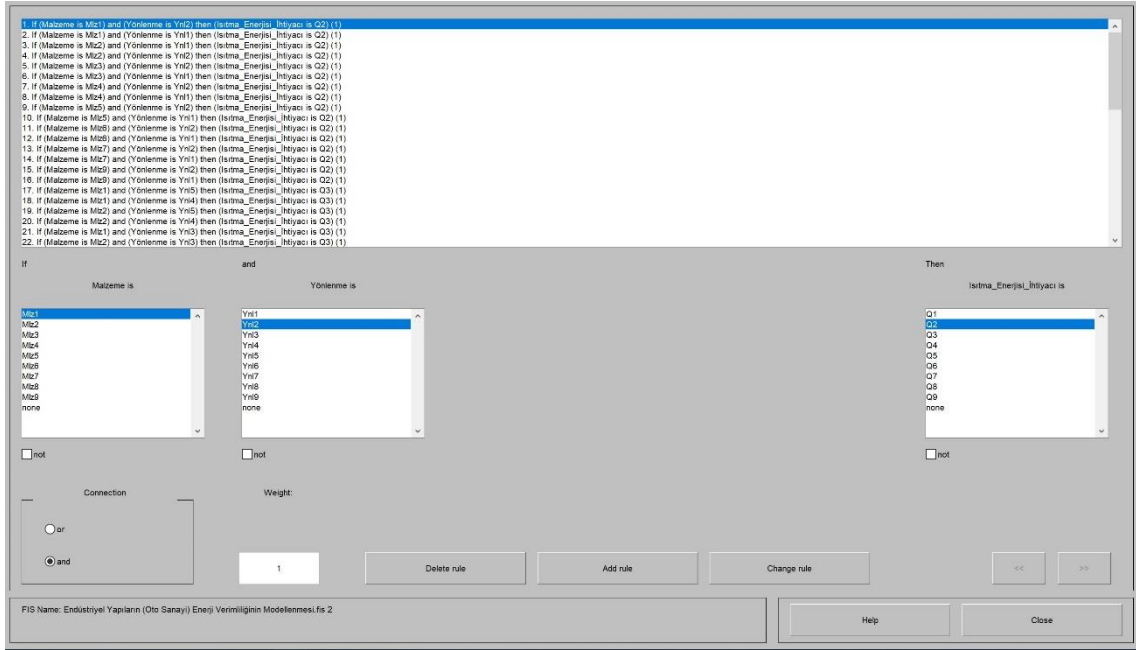
Hesaplanan veriler ve tanımlanan üyelik fonksiyonu değerlerinden yararlanarak Sisteme kurallar tanımlanmıştır. Bu kurallar sistemin hesaplama yapmayı öğrenmesini sağlayacaktır. Örneğin sisteme ‘eğer malzeme değeri M_{lz1} üyelik fonksiyonu üçgene ait ise ve yönlenme değeri Y_{nl2} üyelik fonksiyonu üçgenine ait ise ısıtma enerjisi ihtiyacı değeri yani Q değeri Q_2 üyelik üçgenine aittir’ şeklinde kural tanımlayarak sisteme hesap yapması öğretilmektedir. Sistemde öğrenme sağlanması için 57 adet kural tanımlanmıştır. Bu kurallar aşağıdaki çizelgede yer almaktadır (Çizelge 4. 5).

Çizelge 4.5. Kural tablosu

Kural No		M_{lz}		Y_{nl}		Q
1	Eğer	$M_{lz}=M_{lz1}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl2}$	ise	$Q=Q_2$
2	Eğer	$M_{lz}=M_{lz1}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl1}$	ise	$Q=Q_2$
3	Eğer	$M_{lz}=M_{lz2}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl1}$	ise	$Q=Q_2$
4	Eğer	$M_{lz}=M_{lz2}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl2}$	ise	$Q=Q_2$
5	Eğer	$M_{lz}=M_{lz3}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl2}$	ise	$Q=Q_2$
6	Eğer	$M_{lz}=M_{lz3}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl1}$	ise	$Q=Q_2$
7	Eğer	$M_{lz}=M_{lz4}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl2}$	ise	$Q=Q_2$
8	Eğer	$M_{lz}=M_{lz4}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl1}$	ise	$Q=Q_2$
9	Eğer	$M_{lz}=M_{lz5}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl2}$	ise	$Q=Q_2$
10	Eğer	$M_{lz}=M_{lz5}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl1}$	ise	$Q=Q_2$
11	Eğer	$M_{lz}=M_{lz6}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl2}$	ise	$Q=Q_2$
12	Eğer	$M_{lz}=M_{lz6}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl1}$	ise	$Q=Q_2$
13	Eğer	$M_{lz}=M_{lz7}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl2}$	ise	$Q=Q_2$
14	Eğer	$M_{lz}=M_{lz7}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl1}$	ise	$Q=Q_2$
15	Eğer	$M_{lz}=M_{lz9}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl2}$	ise	$Q=Q_2$
16	Eğer	$M_{lz}=M_{lz9}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl1}$	ise	$Q=Q_2$
17	Eğer	$M_{lz}=M_{lz1}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl5}$	ise	$Q=Q_3$
18	Eğer	$M_{lz}=M_{lz1}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl4}$	ise	$Q=Q_3$
19	Eğer	$M_{lz}=M_{lz2}$	ve	$Y_{nl}=Y_{nl5}$	ise	$Q=Q_3$

20	Eğer	Mlz=Mlz2	ve	Ynl=Ynl4	ise	Q=Q3
21	Eğer	Mlz=Mlz1	ve	Ynl=Ynl3	ise	Q=Q3
22	Eğer	Mlz=Mlz2	ve	Ynl=Ynl3	ise	Q=Q3
23	Eğer	Mlz=Mlz3	ve	Ynl=Ynl5	ise	Q=Q3
24	Eğer	Mlz=Mlz3	ve	Ynl=Ynl4	ise	Q=Q3
25	Eğer	Mlz=Mlz3	ve	Ynl=Ynl3	ise	Q=Q3
26	Eğer	Mlz=Mlz4	ve	Ynl=Ynl5	ise	Q=Q3
27	Eğer	Mlz=Mlz4	ve	Ynl=Ynl4	ise	Q=Q3
28	Eğer	Mlz=Mlz4	ve	Ynl=Ynl3	ise	Q=Q4
29	Eğer	Mlz=Mlz5	ve	Ynl=Ynl5	ise	Q=Q4
30	Eğer	Mlz=Mlz6	ve	Ynl=Ynl5	ise	Q=Q4
31	Eğer	Mlz=Mlz5	ve	Ynl=Ynl4	ise	Q=Q4
32	Eğer	Mlz=Mlz6	ve	Ynl=Ynl4	ise	Q=Q4
33	Eğer	Mlz=Mlz5	ve	Ynl=Ynl3	ise	Q=Q4
34	Eğer	Mlz=Mlz7	ve	Ynl=Ynl5	ise	Q=Q4
35	Eğer	Mlz=Mlz6	ve	Ynl=Ynl3	ise	Q=Q4
36	Eğer	Mlz=Mlz7	ve	Ynl=Ynl4	ise	Q=Q4
37	Eğer	Mlz=Mlz9	ve	Ynl=Ynl5	ise	Q=Q4
38	Eğer	Mlz=Mlz7	ve	Ynl=Ynl3	ise	Q=Q4
39	Eğer	Mlz=Mlz9	ve	Ynl=Ynl4	ise	Q=Q5
40	Eğer	Mlz=Mlz9	ve	Ynl=Ynl3	ise	Q=Q6
41	Eğer	Mlz=Mlz1	ve	Ynl=Ynl9	ise	Q=Q7
42	Eğer	Mlz=Mlz1	ve	Ynl=Ynl8	ise	Q=Q7
43	Eğer	Mlz=Mlz2	ve	Ynl=Ynl9	ise	Q=Q7
44	Eğer	Mlz=Mlz2	ve	Ynl=Ynl8	ise	Q=Q7
45	Eğer	Mlz=Mlz3	ve	Ynl=Ynl8	ise	Q=Q7
46	Eğer	Mlz=Mlz3	ve	Ynl=Ynl9	ise	Q=Q7
47	Eğer	Mlz=Mlz3	ve	Ynl=Ynl8	ise	Q=Q8
48	Eğer	Mlz=Mlz4	ve	Ynl=Ynl9	ise	Q=Q8
49	Eğer	Mlz=Mlz4	ve	Ynl=Ynl8	ise	Q=Q8
50	Eğer	Mlz=Mlz5	ve	Ynl=Ynl9	ise	Q=Q8
51	Eğer	Mlz=Mlz5	ve	Ynl=Ynl8	ise	Q=Q8
52	Eğer	Mlz=Mlz6	ve	Ynl=Ynl9	ise	Q=Q8
53	Eğer	Mlz=Mlz6	ve	Ynl=Ynl8	ise	Q=Q9
54	Eğer	Mlz=Mlz7	ve	Ynl=Ynl8	ise	Q=Q9
55	Eğer	Mlz=Mlz7	ve	Ynl=Ynl9	ise	Q=Q9
56	Eğer	Mlz=Mlz9	ve	Ynl=Ynl9	ise	Q=Q9
57	Eğer	Mlz=Mlz9	ve	Ynl=Ynl8	ise	Q=Q9

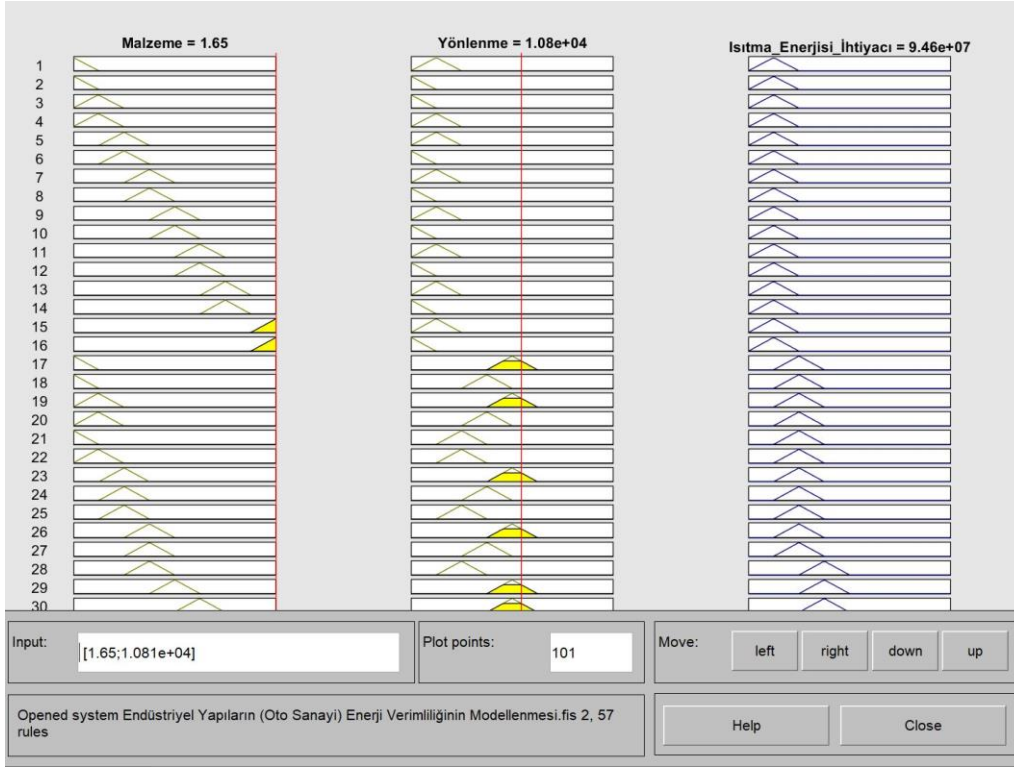
Çalışmada 2 giriş ve 1 çıkış için 57 adet kural oluşturulmuştur. Bulanık mantık sistemi bu kuralla göre tahmin etmeyi öğrenmektedir. Üyelik fonksiyonları değerleri girildikten sonra sisteme oluşturulan bu kurallar sisteme girilmiştir. 1. kuralın sisteme girişini görüntüsü aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Binaların ısıtma enerjisi ihtiyacının bulanık mantık ile modelinin kurallarının girilmesi

4.5. Bulanık Mantık Modelinin Test Edilmesi

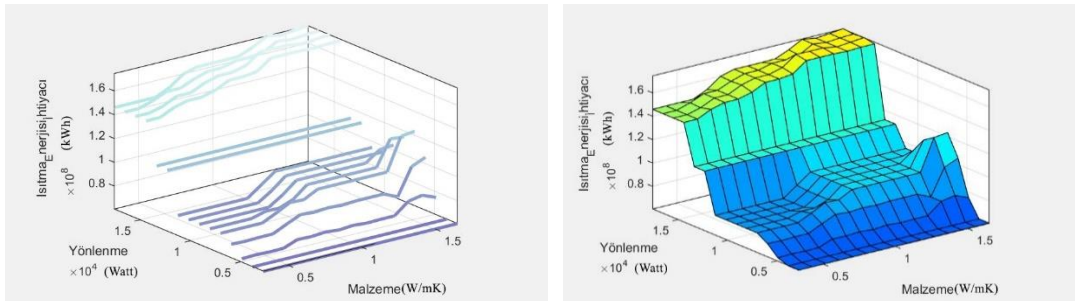
Bulanık mantık sistemi için belirlenen kümeler ve üyelik fonksiyonları oluşturulması ve kurallar belirlenip sisteme tanımlanarak yapılan hesaplamaların sisteme öğretilmesi aşamaları tamamlanmıştır. Bu aşamada bulanık mantık sistemi test edilmesi aşaması gerçekleştirilmiştir. Yani hesaplamalar sonucu elde edilen değerlere ile bulanık mantık modeli ile ulaşabileceğimiz değerler karşılaştırılarak doğruluk derecesine değerlendirilmiştir. Aşağıdaki şekilde değer tahmin ettirmek için kullanılan ara yüzün görüntüsü yer almaktadır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Kural 26'nın denemesi

Hesaplanmış olan verilerle bulanık mantık modelinden elde edilen sonuç verilerinin karşılaştırılması yapılarak, hata varsa tekrar bulanık mantık kümelerinin oluşturulması ve üyelik fonksiyonu belirlenmesi aşamalarına geri dönülür (Dincer ve ark., 2013).

Bulanık mantık modelinin tahmin sonuçları üç boyutlu olarak Şekil 4.8. de verilmektedir. Bu grafiklerde çıkış parametresi olan binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının giriş parametreleri yani malzeme, yönlendirme-boyut ilişkisini göstermektedir.



Şekil 4.8. Bulanık mantık modelinin giriş ve çıkış değişkenleri arasındaki ilişki

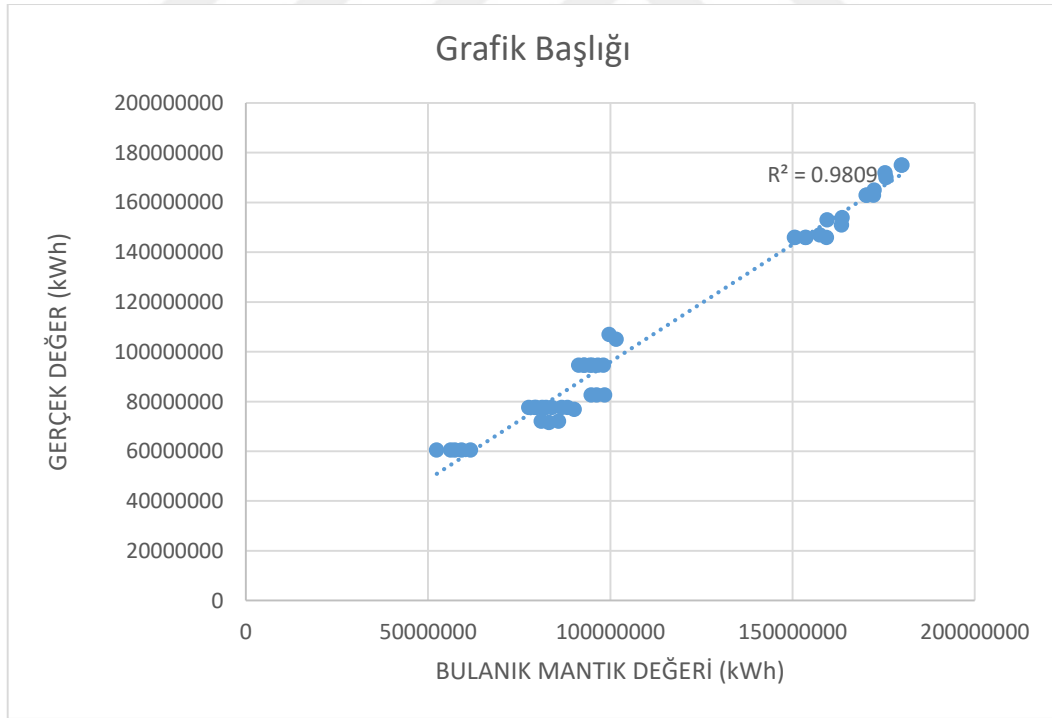
Hesaplanan değerler ile bulanık mantık sisteminin verdiği sonuçları karşılaştırmak için 46 farklı alternatif denenmiştir. Bu alternatiflerin sayısal verileri, hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri ve bulanık mantık modelinden elde edilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri aşağıdaki çizelgede yer almaktadır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Bulanık mantık modeli test edilmesi

Test No	Malzeme	Malzeme Değeri (W/mK)	Boyut-Yönlenme	Yönlenme Değeri (W)	Isıtma Enerjisi İhtiyacı: (kWh)	Gerçek Q Değeri (kWh)	Bulanık Mantık Değeri (kWh)
1	BB ₆	0,7	KÖİ KUZEY	2743,42	Q ₂	52375653	6,05E+07
2	BB ₈	0,99	KÖİ KUZEY	2743,42	Q ₂	56183081	6,05E+07
3	BB ₉	1,1	KÖİ KUZEY	2743,42	Q ₂	57346019	6,05E+07
4	BB ₁₀	1,3	KÖİ KUZEY	2743,42	Q ₂	59169590	6,05E+07
5	BET	1,65	KÖİ KUZEY	2743,42	Q ₂	61686708	6,05E+07
6	DT ₁	0,33	OÖİ GÜNEY	10811,29	Q ₃	77608779	7,76E+07
7	DT1	0,33	OÖİ DOĞU/BATI	8777,82	Q ₃	79229589	7,76E+07
8	BB2	0,4	OÖİ GÜNEY	10811,29	Q ₃	79700292	7,76E+07
9	BB2	0,4	OÖİ DOĞU/BATI	8777,82	Q ₃	81318885	7,76E+07
10	DT1	0,33	OÖİ KUZEY	5914,01	Q ₃	81041961	7,21E+07
11	BB2	0,4	OÖİ KUZEY	5914,01	Q ₃	83136977	7,16E+07
12	BB4	0,5	OÖİ GÜNEY	10811,29	Q ₃	82339245	7,76E+07
13	BB4	0,5	OÖİ DOĞU/BATI	8777,82	Q ₃	83954956	7,76E+07
14	BB4	0,5	OÖİ KUZEY	5914,01	Q ₃	85780068	7,21E+07
15	BB6	0,7	OÖİ GÜNEY	10811,29	Q ₃	86660480	7,76E+07
16	BB6	0,7	OÖİ DOĞU/BATI	8777,82	Q ₃	88271315	7,76E+07
17	BB6	0,7	OÖİ KUZEY	5914,01	Q ₄	90107482	7,69E+07
18	BB8	0,99	OÖİ GÜNEY	10811,29	Q ₄	91347595	9,46E+07
19	BB9	1,1	OÖİ GÜNEY	10811,29	Q ₄	92779361	9,46E+07
20	BB8	0,99	OÖİ DOĞU/BATI	8777,82	Q ₄	92952997	9,46E+07
21	BB9	1,1	OÖİ DOĞU/BATI	8777,82	Q ₄	94383086	9,46E+07
22	BB8	0,99	OÖİ KUZEY	5914,01	Q ₄	94800596	8,27E+07
23	BB10	1,3	OÖİ GÜNEY	10811,29	Q ₄	95024547	9,46E+07
24	BB9	1,1	OÖİ KUZEY	5914,01	Q ₄	96234068	8,26E+07
25	BB10	1,3	OÖİ DOĞU/BATI	8777,82	Q ₄	96625632	9,46E+07
26	BET	1,65	OÖİ GÜNEY	10811,29	Q ₄	98123876	9,46E+07
27	BB10	1,3	OÖİ KUZEY	5914,01	Q ₄	98481823	8,27E+07
28	BET	1,65	OÖİ DOĞU/BATI	8777,82	Q ₅	99721308	1,07E+08
29	BET	1,65	OÖİ KUZEY	5914,01	Q ₆	1,02E+08	1,05E+08
30	DT1	0,33	BÖİ DOĞU/BATI	17555,64	Q ₇	1,51E+08	1,46E+08
31	DT1	0,33	BÖİ GÜNEY/KUZEY	16725,31	Q ₇	1,51E+08	1,46E+08
32	BB2	0,4	BÖİ DOĞU/BATI	17555,64	Q ₇	1,54E+08	1,46E+08
33	BB2	0,4	BÖİ GÜNEY/KUZEY	16725,31	Q ₇	1,54E+08	1,46E+08
34	BB4	0,5	BÖİ GÜNEY/KUZEY	16725,31	Q ₇	1,57E+08	1,47E+08
35	BB5	0,56	BÖİ DOĞU/BATI	17555,64	Q ₇	1,59E+08	1,46E+08

36	BB ₅	0,56	BÖİ _{GÜNEY/KUZEY}	16725,31	Q ₈	1,59E+08	1,53E+08
37	BB ₆	0,7	BÖİ _{DOĞU/BATI}	17555,64	Q ₈	1,63E+08	1,51E+08
38	BB ₆	0,7	BÖİ _{GÜNEY/KUZEY}	16725,31	Q ₈	1,64E+08	1,54E+08
39	BB ₈	0,99	BÖİ _{DOĞU/BATI}	17555,64	Q ₈	1,7E+08	1,63E+08
40	BB ₈	0,99	BÖİ _{DOĞU/BATI}	17555,64	Q ₈	1,7E+08	1,63E+08
41	BB ₉	1,1	BÖİ _{DOĞU/BATI}	17555,64	Q ₈	1,72E+08	1,63E+08
42	BB ₉	1,1	BÖİ _{GÜNEY/KUZEY}	16725,31	Q ₉	1,72E+08	1,65E+08
43	BB ₁₀	1,3	BÖİ _{GÜNEY/KUZEY}	16725,31	Q ₉	1,76E+08	1,70E+08
44	BB ₁₀	1,3	BÖİ _{DOĞU/BATI}	17555,64	Q ₉	1,75E+08	1,72E+08
45	BET	1,65	BÖİ _{DOĞU/BATI}	17555,64	Q ₉	1,8E+08	1,75E+08
46	BET	1,65	BÖİ _{GÜNEY/KUZEY}	16725,31	Q ₉	1,8E+08	1,75E+08

Hesaplanmış olan yıllık ısıtma enerjisi değerleri ile bulanık mantık modeline girilerek elde edilen değerler birbirine yakın değerlerden oluştuğu yukarıdaki tabloda görülmektedir. Bu çizelgede yer alan hesaplanan ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri ile bulanık mantık modelinden elde edilen ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri çoklu determinasyon katsayısı yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma grafiği aşağıdaki şekilde verilmektedir (Şekil 4.9).

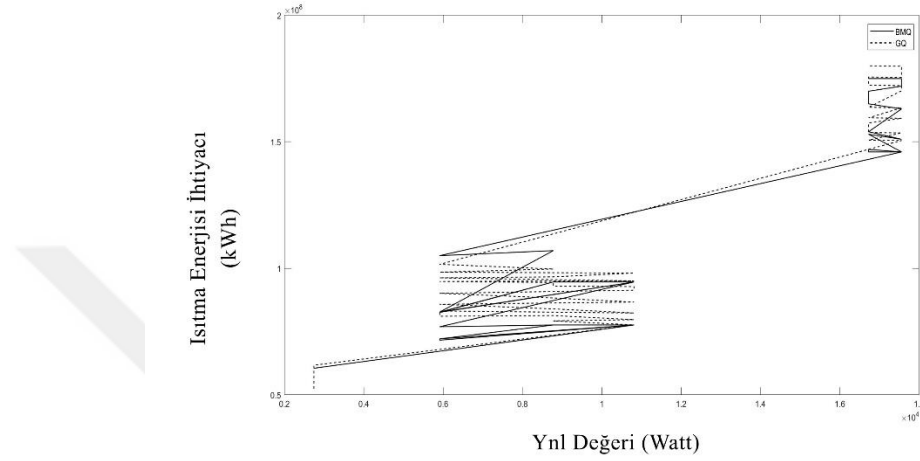


Şekil 4. 9. Hesaplanan değerlerle bulanık mantık değerlerinin karşılaştırılması

Bu grafikte yer alan bilgilere göre oluşturulan bulanık mantık modeli binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını %98,09 oranında doğru tahmin etmektedir. Bu sonuç modelin başarılı şekilde binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının tasarım aşamasında

boyut yönlenme ve dış kabuk malzeme özellikleri bakımından tahmin edilmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

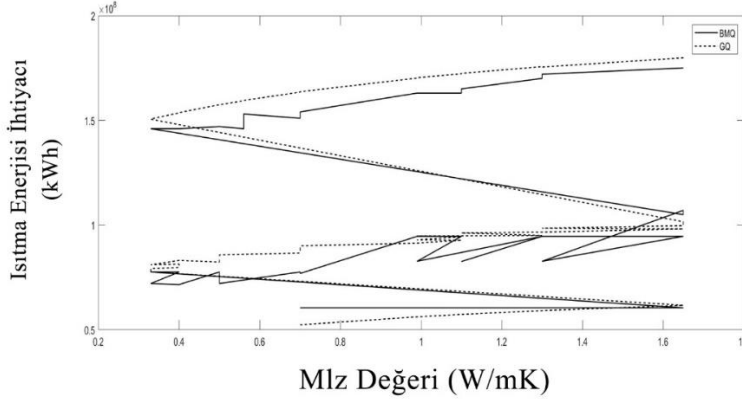
Oto sanayi yapılarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanan değerleri ile bulanık mantık model sonuçlarından elde edilen değerler yönlenme diye adlandırdığımız boyut-yönlenme özellikleri parametresi bakımından karşılaştırılması aşağıdaki grafikte gösterilmektedir (Şekil 4.10).



Şekil 4. 10. Hesaplanan değerlerle bulanık mantık değerlerinin yönlenme girdi parametresine göre karşılaştırması grafiği

Grafikte de görüldüğü üzere, oto sanayi yapılarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanan değerleri ile bulanık mantık model sonuçlarından elde edilen değerler yönlenme parametresi bakımından paralel sonuçlar vermiştir. Buda sistemin doğru çalıştığını göstermektedir.

Yine oto sanayi yapılarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanan değerleri ile bulanık mantık model sonuçlarından elde edilen değerler malzeme parametresi bakımından karşılaştırılması aşağıdaki grafikte gösterilmektedir (Şekil 4.11).



Şekil 4. 11. Hesaplanan değerlerle bulanık mantık değerlerinin malzeme girdi parametresine göre karşılaştırması grafiği

Grafikte de görüldüğü üzere, oto sanayi yapılarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının hesaplanan değerleri ile bulanık mantık model sonuçlarından elde edilen değerler malzeme parametresi bakımından birbirine paralel sonuçlar vermiştir. Buda sistemin doğru çalıştığını göstermektedir.

4.6. Yeni Bina Alternatiflerinin Oluşturulup Bulanık Mantık Modeli ile Tahmin Edilmesi

Endüstriyel alanlarda yer alan sanayi yapılarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı bulanık modeli %98,09 oranında doğru sonuçlar verdiği önceki bölümde ortaya konmuştur. Bu bölümde yeni bina alternatifleri oluşturulmuştur ve bu bina alternatiflerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının ne olduğu oluşturulan bulanık mantık modeli ile tahmin ettirilerek sonuçları gözlemlenmek istenmiştir.

Oluşturulan bulanık mantık modelinde binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı bina boyutları, bina yönlenmesi ve bina dış kabuk malzeme özellikleri parametreleri ile hesaplanmaktadır. Bundan dolayı farklı boyut yön ve malzeme özelliklerine sahip yeni bina alternatifleri oluşturulmuştur. Bu alternatiflerin için seçilen malzemeler;

- Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar,
- Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar

- Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar. Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklar),
- Yalnız doğal bims kullanılarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar,
- Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu), Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar,
- Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar,
- Tuğlalarla yapılan kâgir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker, seramik klinker,

Seçilen bu malzemelerin özellikleri TSE 825 Ek-E’de yer alan bilgilerden elde edilmiştir. Seçilen her bir malzemenin ısı iletim hesap değerleri dikkate alınmıştır. Bu değerler aşağıdaki çizelgede yer almaktadır.

Çizelge 4.7. Yeni bina alternatifi dış kabuk malzeme ısı iletim hesap değerleri

No	Malzeme özelliği	Birim ağırlığı kg/m ³	Isı iletim hesap değeri W/mK
1	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	1000	0,52
2	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar. Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklar)	600	0,34
3	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	1200	0,62
4	Yalnız doğal bims kullanılarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	1200	0,41
5	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar	1600	1

6	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu) Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	1600	0,81
7	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar	2000	1,20
8	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar	1800	0,92
9	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	1400	0,72
10	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalar)	2000	1,60
11	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâgir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker, seramik klinker (TS 2902)	2400	1,40

Yukarıdaki çizelgede farklı malzeme alternatifleri seçilmiş ve bu malzemelerin ısı iletim hesap değerleri verilmiştir. Bu değerler bulanık mantık modelinde binaların yıllık ısıtma enerjisinin tahmin edilmesinde Mlz değeri olarak girilecek olan değerlerdir.

Binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını etkileyen diğer parametreler bina boyut özellikleri ve bina açıklıklarının yönlenme durumudur. Bu parametrelere bağlı olarak bulanık mantık modelinde yıllık güneş enerjisi kazancı değeri girmek gerekmektedir. Bu özelliklere göre yeni oluşturulan bina alternatiflerinin boyut özelliklerine bağlı olarak açıklık metrekaresi belirlenmiştir. Olabilecek farklı boyutlardaki bina alternatiflerinin açıklıkları; 20m², 25m², 35m², 40m², 45m², 50m² olmak üzere 6 farklı alternatifin güney kuzey doğu/batı yönlerine yönlendirilmiş her bir alternatifi için güneş enerjisi kazancı hesaplanmıştır. Bu yönlenme ve bina açıklık alanları dikkate alınarak olası 21 farklı bina tipi için hesaplamalar sonucu elde edilen yıllık güneş enerjisi kazancı değerlerine aşağıdaki tabloda yer verilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Yönlenme ve Boyut parametresine göre yeni bina alternatiflerinin yıllık güneş enerjisi kazancı

Sıralama	Yön	Boşluk alanı (m ²)	Yıllık güneş enerjisi kazancı ($\phi_{\text{Yıl}}$) Watt
Alternatif 1	Kuzey	20	3797,12
Alternatif 2	Kuzey	25	4746,40
Alternatif 3	Doğu/batı	20	5635,84
Alternatif 4	Kuzey	35	6644,96
Alternatif 5	Güney	20	6941,44
Alternatif 6	Doğu/batı	25	7044,80
Alternatif 7	Kuzey	40	7594,24
Alternatif 8	Kuzey	45	8543,52
Alternatif 9	Güney	25	8676,80
Alternatif 10	Kuzey	50	9492,80
Alternatif 11	Doğu/batı	35	9862,72
Alternatif 12	Kuzey	55	10442,08
Alternatif 13	Doğu/batı	50	14089,60
Alternatif 14	Doğu/batı	40	11271,68
Alternatif 15	Güney	35	12147,52
Alternatif 16	Doğu/batı	45	12680,64
Alternatif 17	Güney	40	13882,88
Alternatif 18	Güney	45	15618,24
Alternatif 19	Doğu/batı	55	15498,56
Alternatif 20	Güney	50	17353,60
Alternatif 21	Güney	55	19088,96

Yukarıdaki çizelgede alternatif sıralamaları oluşturulurken değerleri en düşük olandan en yüksek olana doğru bir sıralama yapılmıştır. Oluşturulan bina alternatiflerine göre yıllık güneş enerjisi kazancı değeri en düşük olan alternatif 3797,12 Watt değeri ile 20 m² açıklık alanına sahip bina açıklığı kuzeye yönlendirilmiş olan alternatif olduğu hesaplamalardan görülmektedir. Yıllık güneş enerjisi kazancı değeri en yüksek olan bina alternatifi ise 19088,96 Watt değeri ile 55 m² açıklık alanına sahip bina açıklığı güney yöne yönlendirilmiş olan alternatif olduğu sonuçları çıkarılmaktadır. Bu tablodan elde edilen değerler oluşturulan bina alternatiflerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının tahmin edilmesinde Ynl değeri olarak sisteme girişleri gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen bu güneş enerjisi kazancı değerleri ile Çizelge 4.7. da bahsedilen malzeme alternatiflerinin ısı iletim hesap değerleri kullanılarak farklı kombinasyonlarda yeni bina alternatifleri oluşturulmuş ve bu bina alternatiflerinin malzeme ısı iletim hesap değerleri ve yıllık güneş enerjisi kazancı değerleri giriş parametresi olacak şekilde sisteme tanımlanmıştır. Sisteme girilen bu değerler ile 46 farklı yeni bina alternatif için

yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı bulanık mantık modelinden elde edilmiştir. Bu değerler aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Çizelge 4.9).



Çizelge 4.9. Yeni alternatifler göre oluşturulmuş binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı tablosu

No	Malzeme özelliği	Birim ağırlığı kg/m ³	Isı iletim hesap değeri W/mK	Yön	Boşluk (m)	Hesap değeri (W)	Isıtma enerjisi ihtiyacı (kWh)
1	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar. Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	600	0,34	Kuzey	25	4746,40	6,24E+07
2	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	1000	0,52	Kuzey	25	4746,40	6,245E+07
3	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla)	1200	0,62	Kuzey	25	4746,40	6,25E+07
4	Yalnız doğal bims kullanılarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	1200	0,41	Kuzey	25	4746,40	6,29E+07
5	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla)	1600	1	Kuzey	25	4746,40	6,51E+07
6	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu) Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	1600	0,81	Kuzey	25	4746,40	6,52E+07
7	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuartz kumu katılmadan yapılmış betonlar	2000	1,20	Kuzey	25	4746,40	6,55E+07
8	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuartz kumu katılmadan yapılmış betonlar)	1800	0,92	Kuzey	25	4746,40	6,6E+07
9	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	1400	0,72	Kuzey	25	4746,40	6,58E+07
10	Yalnız doğal bims kullanılarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	1200	0,41	Doğu/batı	20	5635,84	6,96E+07

11	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar. Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	600	0,34	Doğu/batı	20	5635,84	6,99E+07
12	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	1000	0,52	Doğu/batı	20	5635,84	6,99E+07
13	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla)	2000	1,60	Kuzey	25	4746,40	7,06E+07
14	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	1400	0,72	Doğu/batı	20	5635,84	7,67E+07
15	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâgir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker, (TS EN 771-1) seramik klinker (TS 2902)	2400	1,40	Doğu/batı	20	5635,84	7,85E+07
16	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar)	1800	0,92	Doğu/batı	20	5635,84	7,9E+07
17	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar)	2000	1,20	Doğu/batı	20	5635,84	7,9E+07
18	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	1400	0,72	Kuzey	35	6644,96	8,42E+07
19	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	1400	0,72	Doğu/batı	25	7044,80	8,42E+07
20	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu) Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	1600	0,81	Kuzey	40	7594,24	8,44E+07
21	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar)	1800	0,92	Doğu/batı	40	11271,68	8,61E+07
22	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar)	1800	0,92	Güney	25	8676,80	8,71E+07
23	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar)	1800	0,92	Doğu/batı	25	7044,80	8,82E+07

24	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu) Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	1600	0,81	Doğu/batı	25	7044,80	8,86E+07
25	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar)	1800	0,92	Güney	20	6941,44	8,89E+07
26	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu) Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	1600	0,81	Güney	20	6941,44	8,94E+07
27	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar)	1800	0,92	Kuzey	35	6644,96	9,18E+07
28	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu) Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	1600	0,81	Kuzey	35	6644,96	9,22E+07
29	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla)	2000	1,60	Doğu/batı	35	9862,72	9,82E+07
30	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla)	2000	1,60	Kuzey	50	9492,80	1,01E+08
31	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla)	2000	1,60	Güney	25	8676,80	1,07E+08
32	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	1000	0,52	Güney	35	12147,52	1,12E+08
33	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	1400	0,72	Doğu/batı	45	12680,64	1,12E+08
34	Beton briket veya duvar blokları ile yapılan duvarlar. Hafif betondan dolu briket veya dolu bloklarla yapılan duvarlar (TS EN 771-3'ya uygun ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış briket ve bloklarla)	600	0,34	Güney	35	12147,52	1,12E+08
35	Yalnız doğal bims kullanılarak ve kuvars kumu katılmadan yapılmış betonlar	1200	0,41	Güney	35	12147,52	1,12E+08

36	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla)	1200	0,62	Doğu/batı	45	12680,64	1,12E+08
37	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla)	2000	1,60	Güney	20	6941,44	1,23E+08
38	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla)	2000	1,60	Kuzey	35	6644,96	1,26E+08
39	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	1000	0,52	Doğu/batı	55	15498,56	1,49E+08
40	Boşluklu briket veya bloklarla yapılan duvarlar	1000	0,52	Güney	50	17353,60	1,48E+08
41	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla)	1200	0,62	Güney	50	17353,60	1,49E+08
42	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu) Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	1600	0,81	Doğu/batı	50	14089,60	1,56E+08
43	Tuvenan hâlindeki hafif agregalarla yapılan hafif betonlar (agregalar arası boşluklu) Gözeneksiz agregalar kullanılarak yapılmış betonlar	1600	0,81	Güney	45	15618,24	1,61E+08
44	Kesif dokulu hafif betonlar, (agregalar arası boşluksuz) donatılı veya donatısız Gözenekli hafif agregalar kullanılarak ve kuvars kumu katılmaksızın yapılmış betonlar (TS 1114 EN 13055-1'e uygun agregalarla)	1600	1	Güney	40	13882,88	1,64E+08
45	Gözenekli hafif agregalar kullanılarak kuvarz kumu katılmadan yapılmış betonlar)	2000	1,20	Güney	45	15618,24	1,74E+08
46	TS EN 771-1'e uygun tuğlalarla yapılan kâgir duvarlar, dolu klinker, düşey delikli klinker, (TS EN 771-1) seramik klinker (TS 2902)	2400	1,40	Doğu/batı	55	15498,56	1,74E+08

Yukarıdaki çizelgede farklı yönlenme boyuta bağlı olarak bina açıklıkları ve malzeme özelliklerine göre oluşturulan bina alternatiflerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının ortaya konan bulanık mantık modeli ile tahmin ettirilmesi sonucu elde edilen verilere yer verilmiştir. Elde edilen bu verilere dayanarak oluşturulan alternatifler arasında en düşük yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı duyan bina alternatifinin dış kabuk malzemesi 0,34 W/mK ısı iletim hesap değerine sahiptir. Yine bu alternatifin bina boyutuna bağlı olarak boşluk alanı 25 m² dir ve bina açıklığı kuzey yöne doğru yönlendirilmiştir. En yüksek ısıtma enerjisi ihtiyacı duyan bina alternatifi ise bina boyutuna bağlı olarak boşluk alanı 55 m² olan bina alternatifidir. Bu alternatifin dış kabuk malzemesi ise 1,4 W/mK ısı iletim hesap değerine sahiptir.

Bu çizelgede yer alan bilgilerden yola çıkarak 1,2,3, numaralı alternatiflerde yer alan değerlere baktığımızda bina boyutuna bağlı olarak açıklık alanı ve yönlenme özelliği sabit iken bina dış kabuk malzemesinin ısı iletim hesap değeri arttıkça binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri de artmaktadır, sonucuna ulaşılabilmektedir. Yine bu bilgilerden binaların boyuta bağlı olarak saydam yüzey oranları arttıkça da yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları artmaktadır. Yönlenme faktörünün yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı üzerinde ki etkisi ise güney yöne yönlendirilen açıklıkların olduğu durumlarda binaların ısıtma enerjisi ihtiyacı düşmektedir. Kuzey yönünde ise binaların ısıtma enerjisi ihtiyacı yükselmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Artan teknolojik gelişmeler yoğun kentleşme ve sanayileşme sonucunda enerji ihtiyacı her geçen gün artmaktadır ve enerji kaynaklarının tükenmesinden dolayı enerji her geçen gün büyüyen bir problem halini almıştır. Bu sorunlar göz önüne alındığında sürdürülebilir çevrelerin tasarlanması zorunlu hale gelmiştir. Yapı sektörü büyük oranda enerji kullandığından dolayı sürdürülebilir alanların tasarlanması noktasında enerji performanslı bina tasarımı ile ilgili önlemler alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Binalarda enerji tüketiminin önemli bir bölümü, yapıların iç konfor koşullarını sağlayan ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemleri için harcanmaktadır. Harcanan enerjinin büyük bir bölümünü ısıtma enerjisi ihtiyacı oluşturmaktadır. Bu enerjiyi elde edebilmek için, fuel-oil, kömür gibi fosil kökenli yakıtlar kullanılmaktadır. Bu ise enerji problemini ve çevreye verilen zararı daha da önemli boyutlara ulaştırmaktadır. Fosil kökenli yakıtların tüketilmesi sırasında atmosfere salınan karbondioksit, sera gazları gibi zararlı kirleticiler, küresel ısınmanın başlıca sebepleri arasında kabul edilmektedir. Çevre kirliliğinin artması, enerji kaynaklarının tükenmesi ve bu kaynakların artan maliyetleri gibi sebeplerden dolayı binalar tasarlanırken veya kullanılırken enerji tüketimini göz önünde bulundurulması zorunlu hale gelmiştir. Binalarda kullanılan enerjinin dünyadaki toplam enerji harcamalarında %40-45'lik bir paya sahip olduğu göz önüne alınırsa, enerji tasarrufunun önemi daha net anlaşılmaktadır. Tüm bu çıkarımlardan yola çıkarak binaların enerji ihtiyacının azaltmak gerekliliği sonucuna varılmıştır. Binalar tasarlanırken alınacak olan önlemler ile binaların enerji ihtiyacı önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Binaların enerji ihtiyacını etkileyen tasarım parametrelerini;

- Bina yönelme durumu,
- Bina geometrisi (bina boyut özellikleri),
- Bina dış kabuk malzeme özellikleri başlıkları altında incelenebileceğimiz yapılan araştırmalar sonucu elde edilmiştir.

Çalışma kapsamında Konya kenti sanayi alanlarında incelemeler yapılarak verilerin bu alandan elde edilmesi sağlanmıştır. Bu sanayi alanları kurulduğu dönemde şehrin dışında olmalarına rağmen Konya kent merkezinin kuzey gelişme yönü üzerinde yer alması sebebiyle Yeni İstanbul Caddesi üzerindeki sanayi alanları zamanla konut yerleşim alanlarının içerisinde kalmıştır. Bundan dolayı bu alanlar konut bölgeleri

içerisinde yoğun kirliliğe sebep olmaktadır. Bu bilgilerden çıkarılan sonuçlara göre bu alanlar da yer alan Konya oto sanayi ve eski sanayi sitesi yerleşkelerinde araştırma ve incelemelerde bulunulmuştur. Konya oto sanayi yerleşkesi olarak adlandırdığımız eski sanayi ve karatay sanayi sitelerinde yer alan işyerlerinde yapılan çalışmalar sonucunda binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının bulanık mantık model oluşturması için alternatifler oluşturulmuştur. Bu alternatiflerden boyut özelliklerine göre birincisi küçük ölçekli işyeridir. Bu işyeri alternatifinin alanı 74 m^2 , bina açıklık alanı ise 21.42 m^2 olarak belirlenmiştir. İkinci bina alternatifi, alanı 150 m^2 , bina açıklık alanı ise 38.15 m^2 olarak tespit edilmiş olan orta ölçekli işyeridir. Üçüncü bina alternatifi ise büyük ölçekli işyeridir. Bu işyeri alternatifinin alanı 300 m^2 , bina açıklık alanı ise 76.3 m^2 olarak belirlenmiştir. Bina yönlenme özellikleri için oluşturulan alternatifler ise; güney yöne yönlendirilmiş bina açıklık alternatifi, kuzey yöne yönlendirilmiş bina açıklık alternatifi ve doğu/batı (ara yön) yöne yönlendirilmiş bina açıklık alternatifi olarak değerlendirilmiştir. Binaların dış kabuk malzeme özellikleri için oluşturulmuş olan alternatifler ise; betonarme duvar dış kabuk malzemesi, bims blok duvar dış kabuk malzemesi, tuğla duvar dış kabuk malzemesi olarak üç alternatif belirlenmiş ve bu alternatiflerin birim ağırlıklarına göre katögorileride dikkate alınarak toplamda 16 farklı malzeme özelliği belirlenmiştir. Tüm alternatifler dikkate alındığında 128 farklı bina alternatifi ortaya çıkmıştır.

TSE 825’de yer alan hesaplama yöntemi kullanılarak oluşturulmuş 128 bina alternatifi için yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı hesaplanmıştır. Hesaplamalardan elde edilen sonuçlar kullanılarak binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını tasarım aşamasında tahmin eden bir bulanık mantık modeli oluşturulmuştur. Bu model iki giriş ve bir çıkış parametresi ile kurgulanmıştır. Giriş parametrelerinden birincisi malzeme özelliklerini içermektedir. Oluşturulan malzeme alternatiflerine göre 16 farklı ısı iletim hesap değeri ortaya çıkmıştır ve bu 16 değer dikkate alınmıştır. İkincisi ise boyut ve yönlenme özellikleri dikkate alınarak hesaplanmış olan yıllık güneş enerjisi kazancı değerlerinden oluşmaktadır. Bu giriş ve çıkış parametreleri ile sistemin üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Sonrasında hesaplanan değerler de dikkate alınarak sistemin öğrenmesini sağlayabilmek için 57 adet kural oluşturulup sisteme tanımlanmıştır. Sanayi yapılarının yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı modeli çalışmasında, sisteme giriş değerleri girilerek binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı tahmin ettirilmiştir. Hesaplanan ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri ile bulanık mantık modelinden elde edilen ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri çoklu determinasyon katsayısı yöntemi ile karşılaştırılmıştır.

Karşılaştırma sonucunda oluşturulan bulanık mantık modeli binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını %98,09 oranında doğru tahmin ettiği sonucuna varılmıştır. Bu değer yeni tasarlanacak olan tek hacimli binaların yönlenme boyut ve malzeme özelliklerine göre yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının tahmin edilmesinde bu modelin başarılı bir şekilde kullanılabilceğini göstermektedir. Bu model, tasarımcılara elde edilecek tahminler kullanılarak binaların enerji performansında iyileştirmeler yapabileceği sunacaktır.

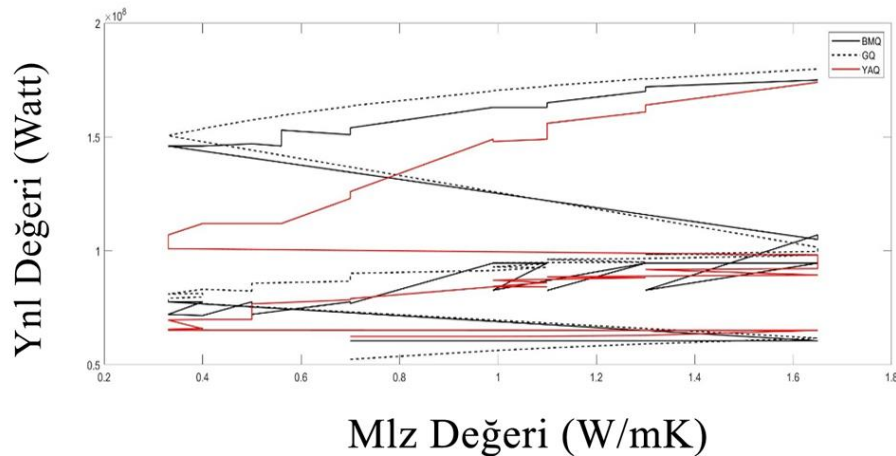
Bu model kullanılarak yeni bina alternatifleri oluşturulup bu bina alternatiflerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı tahmin ettirilmiştir. Bu tahminler sonucunda elde edilen veriler ve bulanık mantık sisteminin test edilmesinde kullanılan hesaplanmış değerler ve bulanık mantık değerlerinin karşılaştırılması aşağıdaki çizelgede yer almaktadır (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. Hesaplanmış değerler-bulanık mantık değerleri- tahmin ettirilen değerler karşılaştırma tablosu

	Hesaplanmış olan Değerler			Bulanık mantık Değerleri			Tahmin ettirilen değerler		
	Mlz (Ynl	G-Q	Mlz	Ynl	BM-Q	Mlz	Ynl	YA-Q
1	0,7	2743,42	52375653	0,7	2743,42	6,05E+07	0,52	4746,40	62400000
2	0,99	2743,42	56183081	0,99	2743,42	6,05E+07	0,34	4746,40	6,24E+07
3	1,1	2743,42	57346019	1,1	2743,42	6,05E+07	0,62	4746,40	62500000
4	1,3	2743,42	59169590	1,3	2743,42	6,05E+07	0,41	4746,40	62900000
5	1,65	2743,42	61686708	1,65	2743,42	6,05E+07	1	4746,40	6,51E+07
6	0,33	10811,29	77608779	0,33	10811,29	7,76E+07	0,81	4746,40	6,52E+07
7	0,33	8777,82	79229589	0,33	8777,82	7,76E+07	1,20	4746,40	6,55E+07
8	0,4	10811,29	79700292	0,4	10811,29	7,76E+07	0,92	4746,40	6,60E+07
9	0,4	8777,82	81318885	0,4	8777,82	7,76E+07	0,72	4746,40	65800000
10	0,33	5914,01	81041961	0,33	5914,01	7,21E+07	0,41	5635,84	6,96E+07
11	0,4	5914,01	83136977	0,4	5914,01	7,16E+07	0,34	5635,84	6,99E+07
12	0,5	10811,29	82339245	0,5	10811,29	7,76E+07	0,52	5635,84	6,99E+07
13	0,5	8777,82	83954956	0,5	8777,82	7,76E+07	1,60	4746,40	7,06E+07
14	0,5	5914,01	85780068	0,5	5914,01	7,21E+07	0,72	5635,84	76700000
15	0,7	10811,29	86660480	0,7	10811,29	7,76E+07	1,40	5635,84	7,85E+07
16	0,7	8777,82	88271315	0,7	8777,82	7,76E+07	0,92	5635,84	7,90E+07
17	0,7	5914,01	90107482	0,7	5914,01	7,69E+07	1,20	5635,84	7,90E+07
18	0,99	10811,29	91347595	0,99	10811,29	9,46E+07	0,72	6644,96	84200000
19	1,1	10811,29	92779361	1,1	10811,29	9,46E+07	0,72	7044,80	84200000
20	0,99	8777,82	92952997	0,99	8777,82	9,46E+07	0,81	7594,24	8,44E+07
21	1,1	8777,82	94383086	1,1	8777,82	9,46E+07	0,92	11271,68	8,61E+07
22	0,99	5914,01	94800596	0,99	5914,01	8,27E+07	0,92	8676,80	8,71E+07
23	1,3	10811,29	95024547	1,3	10811,29	9,46E+07	0,92	7044,80	8,82E+07
24	1,1	5914,01	96234068	1,1	5914,01	8,26E+07	0,81	7044,80	8,86E+07
25	1,3	8777,82	96625632	1,3	8777,82	9,46E+07	0,92	6941,44	8,89E+07

26	1,65	10811,29	98123876	1,65	10811,29	9,46E+07	0,81	6941,44	8,94E+07
27	1,3	5914,01	98481823	1,3	5914,01	8,27E+07	0,92	6644,96	9,18E+07
28	1,65	8777,82	99721308	1,65	8777,82	1,07E+08	0,81	6644,96	9,22E+07
29	1,65	5914,01	1,02E+08	1,65	5914,01	1,05E+08	1,60	9862,72	9,82E+07
30	0,33	17555,64	1,51E+08	0,33	17555,64	1,46E+08	1,60	9492,80	1,01E+08
31	0,33	16725,31	1,51E+08	0,33	16725,31	1,46E+08	1,60	8676,80	1,07E+08
32	0,4	17555,64	1,54E+08	0,4	17555,64	1,46E+08	0,52	12147,52	1,12E+08
33	0,4	16725,31	1,54E+08	0,4	16725,31	1,46E+08	0,72	12680,64	1,12E+08
34	0,5	16725,31	1,57E+08	0,5	16725,31	1,47E+08	0,34	12147,52	1,12E+08
35	0,56	17555,64	1,59E+08	0,56	17555,64	1,46E+08	0,41	12147,52	1,12E+08
36	0,56	16725,31	1,59E+08	0,56	16725,31	1,53E+08	0,62	12680,64	1,12E+08
37	0,7	17555,64	1,63E+08	0,7	17555,64	1,51E+08	1,60	6941,44	1,23E+08
38	0,7	16725,31	1,64E+08	0,7	16725,31	1,54E+08	1,60	6644,96	1,26E+08
39	0,99	17555,64	1,7E+08	0,99	17555,64	1,63E+08	0,52	15498,56	1,49E+08
40	0,99	17555,64	1,7E+08	0,99	17555,64	1,63E+08	0,52	17353,60	1,48E+08
41	1,1	17555,64	1,72E+08	1,1	17555,64	1,63E+08	0,62	17353,60	1,49E+08
42	1,1	16725,31	1,72E+08	1,1	16725,31	1,65E+08	0,81	14089,60	1,56E+08
43	1,3	16725,31	1,76E+08	1,3	16725,31	1,70E+08	0,81	15618,24	1,61E+08
44	1,3	17555,64	1,75E+08	1,3	17555,64	1,72E+08	1	13882,88	1,64E+08
45	1,65	17555,64	1,8E+08	1,65	17555,64	1,75E+08	1,20	15618,24	1,74E+08
46	1,65	16725,31	1,8E+08	1,65	16725,31	1,75E+08	1,40	15498,56	1,74E+08

Bu çizelgede üç farklı durumda elde edilmiş binaların ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri yer almaktadır. Bu veriler kullanılarak oluşturulmuş olan grafik aşağıda yer almaktadır.



Şekil 5. 1. Hesaplanan değerler, bulanık mantık değerleri yeni bina alternatifi değerlerinin malzeme özelliklerine göre yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının karşılaştırma grafiği

Bu grafikte yer alan eğrilere bakarak bulanık mantık modeli değerleri ile hesaplanmış değerlerin birbirine benzer sonuçlar gösterdiği sonucuna varmaktayız. Yeni oluşturulan alternatiflerin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı tahminleri ise bulanık mantık değerleri ve hesaplanmış olan değerlere paralellik göstermektedir. Bu paralellik durumu ise bulanık mantık modelinin sonuçları doğru tahmin ettiğinin göstermektedir.

Farklı yönlenme boyuta bağlı olarak bina açıklıkları ve malzeme özelliklerine göre oluşturulan bina alternatiflerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının ortaya konan bulanık mantık modeli ile tahmin ettirilmesi sonucu elde edilen verilere dayanarak oluşturulan alternatifler arasında en düşük yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı duyan bina alternatifinin dış kabuk malzemesi 0.34 W/mK ısı iletim hesap değerine sahiptir. Yine bu alternatifin bina boyutuna bağlı olarak boşluk alanı 25 m^2 dir ve bina açıklığı kuzey yöne doğru yönlendirilmiştir. En yüksek ısıtma enerjisi ihtiyacı duyan bina alternatifi ise bina boyutuna bağlı olarak boşluk alanı 55 m^2 olan bina alternatifidir. Bu alternatifin dış kabuk malzemesi ise 1.4 W/mK ısı iletim hesap değerine sahiptir. Çizelge 4.9.' da yer alan bilgilerden yola çıkarak bina boyut özelliklerine bağlı olarak açıklık alanı ve yönlenme özelliği sabit iken bina dış kabuk malzemesinin ısı iletim hesap değeri arttıkça binaların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri de artmaktadır, sonucuna ulaşılabilmektedir. Yönlenme faktörünün yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı üzerinde ki etkisi ise güney yöne yönlendirilen açıklıkların olduğu durumlarda binaların ısıtma enerjisi ihtiyacı düşmektedir. Kuzey yönünde ise binaların ısıtma enerjisi ihtiyacı yükselmektedir. Yine bu bilgilerden binaların boyuta bağlı olarak saydam yüzey oranları arttıkça da yıllık ısıtma enerjisi ihtiyaçları artmaktadır, sonuçlarına ulaşılabilmektedir.

5.2. Öneriler

Binalarda enerji performansının önemi göz önüne alınarak hazırlanan bu çalışma ile tek hacimli endüstriyel yapıların yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacını boyut yönlenme ve dış kabuk malzeme özellikleri bakımından tahmin eden bir bulanık mantık modeli ortaya konmuştur. Bu model kullanılarak yeni oluşturulacak olan tek hacimli endüstriyel binaların tasarım aşamasında boyut yönlenme ve malzeme tasarım parametrelerine bağlı olarak yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı test edilebilir ve enerji yükünü azaltan önlemler alınabilir. Çalışma kapsamında bazı kriterler göz ardı edilmiş veya sabit kabul edilmiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalara yön vermesi bakımından aşağıda yer alan öneriler sunulmaktadır.

- Bu çalışmada endüstriyel yapıların tasarlanmasında bina boyutu yönlenmesi ve bina dış kabuk malzeme özelliklerinin yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacına etkisi bulanık mantık yöntemiyle modellenmiştir. Bina yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacında bunların dışında da etkili olan tasarım parametreleri vardır. Örneğin kentsel tasarım açısından değerlendirilip bina aralıkları binaların birbirine göre konumu gibi kriterler de değerlendirilerek bunların enerji kazancı üzerindeki etkisi de çalışılabilecek konulardandır.
- Çalışmada yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı bulanık mantık yöntemiyle modellenmiştir. Yine binaların yıllık ısıtma yükleri değerlendirilmiştir fakat soğutma, aydınlatma yükleri gibi farklı enerji yükleri üzerinde çalışılabilecek konulardır.
- Çalışmada tek hacimli oto sanayi yapıları incelenerek alternatifler oluşturulmuştur. Birden fazla hacimli binalar için de yine ısıtma soğutma yükleri çalışılabilir. Ayrıca sanayi yapıları dışındaki fonksiyonlara sahip binalarda da bulanık mantık yöntemi ile modellenmesi çalışılarak binaların enerji yükü azaltılabilir.
- Bulanık mantık yöntemi ara değerler tahmin etmeye yaramaktadır. Bunun dışında yapay zekâ yöntemleri kullanılarak diğer değerlerinde tahmin ettirilmesi sağlanabilir. Bundan sonra yapılacak olan çalışmalarda optimizasyon yapan yapay zeka modellemeleri üzerinde durulabilir.

KAYNAKLAR

- Alagöz, M., 2009, Sanayi yapıları planlama sorunları ve çözüm önerileri, Konya III. organize bölgesinde üretim alanında faaliyet gösteren orta ölçekli sanayi yapıları örneklemeleri, Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Altaş, H.İ., 1999, Bulanık mantık : bulanıklık kavramı, enerji elektrik elektromekanik, Bileşim Yayıncılık A.Ş, Temmuz, Sayı 62, 80-85, İstanbul.
- Anonim, 2003, Hava kalitesinin korunması yönetmeliği, 2 Kasım 1986 tarih ve 19269 sayılı Resmi Gazete, Konya ili çevre durum raporu, T.C. Konya Valiliği İl Çevre Müdürlüğü, Konya.
- Armutlu, S.G., 2019, Bina bilgi modelleme uygulamaları ile binalarda enerji analizi, Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Ata, S., 2015, PEM Yakıt hücresinin membran performansının deneysel olarak incelenmesi ve enerji ayrışımı olayının bulanık mantık yöntemi ile modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Atalık, G., 1968, Şehirleşme ile sanayileşme arasındaki ilişkiler, *Mimarlık*, 53(3), 32-34.
- Atmaca, M., 2010, Binalarda enerji performansı hesaplama yöntemi , (bep-tr) ile otel binalarının enerji performansının değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Atmaca, M., 2016, Avrupa birliği bina enerji performansı direktifinin Türkiye’deki mevcut otel binaları için uyarlanmasına yönelik bir yaklaşım, Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ayçam, İ. ve Utkuğu, G. S., 1999, Farklı malzemelerle üretilen pencere tiplerinin ısı performanslarının incelenmesi ve enerji etkin pencere seçimi, 4. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi - Binalarda Enerji Performansı Sempozyumu, 61-73. İzmir.
- Bai, Y. and Wang, D., 2006, Fundamentals of fuzzy logic kontrol-fuzzy sets, fuzzy rules and defuzzifications, *Advanced Fuzzy Logic Technologies in Industrial Applications*, Springer, London.
- Bayülgen, C., 2003, Sanayi yapılarında yapısal oluşum, Basılmamış Ders Notları, İstanbul.
- Berköz, E., 1983, Güneş ışınımı ve yapı dizaynı, Profesörlük Tezi, İTÜ, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Berköz, E., Küçükdoğdu, M., Yılmaz Z. vd., 1995, Enerji etkin konut ve yerleşme tasarımı, Tübitak Proje No: 201, İstanbul.
- Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği, 2008, Resmi Gazete, 09 Ekim 2008, Sayı: 27019, T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.

- Bojadziev G., Bojadziev M., 1991, Fuzzy sets, Fuzzy Logic Applications, 283 pp, World Scientific, London,
- Ceyhan N., Şevik H., Pekershen Ş., 1995, Konya ili hava kalitesi yönetimi ve kirlilik raporu, Yanma ve Hava Kirliliği Kontrolü III. Ulusal Sempozyumu, Ankara.
- ÇED Yönetmeliği, 1997, T.C. Resmi Gazete, Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Demirtaş, A., 2011, Farklı iklim bölgelerinde otel yapılarının ısıtma ve soğutma yükleri açısından karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dincer, K., Ongun, R., Dede, O., 2013, HHO hücresinin performansının deneysel olarak incelenmesi, Selçuk Üniversitesi Journal of Technical-Online, Vol.12, No.3, pp.66-75.
- Dinç, H., 2000 – 2004, Endüstri (işleyim – sanayi) işlevine ilişkin bina türleri, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bil. Enstitüsü, Basılmamış Tez Literatürü, Isparta.
- Doğan, B., 2010, Enerji tüketimi - ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Dörter, C.H., 1994, Konutlarda ısıtma enerjisi korunumu amaçlı mimari tasarıma yön verici ilkelerin ve çözümlerin belirlenmesinde bir yaklaşım araştırması, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Efe, A., 2009, Pasif güneş evlerinde bina kabuğu sistemi tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Emre, B., 2008, Sanayileşme Ve Sanayi Yapılarının Yeniden İşlevlendirilmesinin İstanbul'dan Örnekler Üzerinde Analizi, Mimarınan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Eraydın, A., 1992, Post-fordizm ve değişen mekansal öncelikler, ODTÜ Yayınları, Ankara.
- Erikçi,S., 2013, Türkiye'de binaların enerji performansı hesaplama yönteminin farklı iklim bölgelerinde değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Ertin, G., 1990, Türkiye'de sanayi, *Anadolu Üniversitesi Yayınları*, Eskişehir, sf. 166,
- Freyer, H., 2014, Sanayi çağı, Doğu Batı Yayınları, İstanbul, sf 11,32.
- Genç, M., 2013, Osmanlı İmparatorluğunda devlet ve ekonomi, Ötüken Yayınları, İstanbul, sf.223.

- Gönül, H., 2000, Tek katlı – geniş açıklıklı betonarme prefabrike iskelet sistemlerle üretilen endüstri yapıları – sorunlarının analizi ve Diyarbakır birinci organize sanayi bölgesi örneği, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Hançerlioğlu, O., 1999, Ekonomi sözlüğü (8. baskı), Remzi Kitabevi, İstanbul.
- Hasol, D., 1995, Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, Yem Yayınları, İstanbul.
- IEA, 2010, Energy performance certification of buildings: a policy tool to improve energy, International Energy Agency.
- IEA, 2013, Transition to Sustainable Buildings, International Energy Agency.
- IEA, 2015, Atlas of Energy, International Energy Agency.
- IEA, 2015, Turkey: Balances for 2015, International Energy Agency.
- İlgürel, M., 2003, Sanayi yapılarının mimarisinde gürültünün tasarım ölçütü olarak değerlendirilmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- İlgürel, M., 2009, Sanayi yapılarının tasarımında gürültünün bir ölçüt olarak değerlendirilmesi yöntem geliştirilmesi, Doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kaplan, S., 2018, Enerji kimlik belgesi uygulamasının bina enerji performansını etkileyen tasarım parametreleri ve yeşil bina sertifika sistemleri bağlamında değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Kara, F.B., 2019, Sanayi yapılarındaki atölyelerin bilgisayar simülasyon yöntemiyle akustik açıdan değerlendirilmesi: Arsin organize sanayii örneği, Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karagözler, S., 2018, Tarihi yapıların enerji performansının maliyet etkin iyileştirilmesi üzerine bir çalışma : İzmir Tekel Başmüdürlük Binası ekler, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Kazanasmaz, T. ve Tayfur, G., 2010, Hasta bakım ünitelerinin tasarım verimliliklerinin bulanık mantık modeli bağlamında değerlendirilmesi, MEGARON, Cilt:5, Sayı:1, 11-22.
- Kıraç, A., 2001, Türkiye'deki tarihi sanayi yapılarının günümüz koşullarına göre yeniden değerlendirilmeleri konusunda bir yöntem araştırması, Doktora Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Koca, Ö., 2006, Sıcak kuru ve sıcak nemli iklim bölgelerinde enerji etkin yerleşme ve bina tasarım ilkelerinin belirlenmesine yönelik yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Kunt, F., 2007, Hava kirliliğinin yapay sinir ağları yöntemiyle modellenmesi ve tahmini, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Küçük, A., 1997, Sanayi yapılarının gelişimi, Yüksek lisans tezi ,Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lechner, N., 1991, Heating, cooling, lighting sustainable design methods for architects, Hoboken, Canada.
- Mamdani, E.H. and Assilian, S., 1975, An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller, International Journal of Man-Machine Studies, 7, 1-13.
- Mamdani, E. H., B.R. Gaines, 1987, Fuzzy Reasoning and Its Applications, Academic Press Inc., London.
- Mert, Z. ve Yılmaz, S., 2009, Kocaeli mahalleleri donatı yeterliliğinin bulanık mantık yaklaşımı ile değerlendirilmesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt:22, Sayı:3, 167-182.
- Naidj J.S., 1998, A Comparative study of passive solar building simulation using Hot2000, TRNSYS14, NETSPEC, M.Sc. Thesis, Trent University, Peterborough, Ontario.
- Olgay, V. ve Olgay A., 1992, Design with climate, Van Nostrand Reinhold Press, Second Edition, New York.
- Ökçün, G., 1970, Osmanlı sanayii, 1913-1915 yılları sanayi istatistiki, Tarihi İstatistikler Dizisi, Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.
- Özdem,S., 2015, Gaziantep'te bazı eğitim yapılarının 'binalarda enerji performansı yönetmeliği' kapsamında değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Özdemir,B.,B., 2005., Sürdürülebilir çevre için binaların enerji etkin pasif sistemler olarak tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Özüdoğru, A., 2010, Adana'da dokuma sanayi yapılarının endüstri mirası kapsamında incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Özüer, M. O., 2012, Binalarda enerji korunumunu sağlayan fiziksel çevre ölçütleri, Beykent University Journal Of Science and Engineering, Volume 5(1-2), 95-107.
- Pakdamar, F. ve Okbaz, F., 2018, Yüksek yapıların çevresel etkileri bağlamında yapılabirliğinin bulanık mantıkla modellenmesi, Tasarım ve Mimarlık Dergisi, Sayı: 15, 85-106.

- Pamuk, Ş., 2003, Osmanlı-Türkiye iktisat tarihi 1500-1914, *İletişim Yayınları*, İstanbul, Sf 207,202.
- Sadatlou, N., 2014, 19.Yüzyıldan günümüze sanayi yapılarının modernleşme süreci bağlamında irdelenmesi: otomobil yerleşkeleri, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Sarı, K., 2007, Sanayi yapılarında planlama (tasarım / yapım / kullanım) ilkeleri ve Kütahya Bölgesi'nin irdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sarıdemir, M., 2008, Farklı agregalarla üretilmiş beton özelliklerinin yapay sinir ağları ve bulanık mantık ile tahmin edilmesi, doktora tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Sen, Z., 2004, Mühendislikte bulanık (fuzzy) mantık ile modelleme prensipleri, Su Vakfı Yayınları, 191 s.
- Sev, A., 2007, Teknolojinin ekolojik mimarlıktaki rolü ve enerji etkin yapılar, Ekolojik Mimarlık ve Planlama Sempozyumu, Antalya.
- Sivanandam, S.N., Sumathi, S. and Deepa, S.N., 2007, Introduction to fuzzy logic using MATLAB, 430 pp, 1nd Edition, Springer, Berlin.
- Solmaz, A., 2015, Bina enerji performansını geliştirmede optimum çözümleri belirlemeye yönelik simülasyon ve çok amaçlı optimizasyon tabanlı bir karar destek modeli, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Sugeno, M.,1985, Industrial applications of fuzzy control, North-Holland.
- Sugeno, M. and Kank, G.T., 1988, Structure identification of fuzzy model, Fuzzy Sets and Systems, 28, No. 1 15-33, Amsterdam.
- Suher, H., 1965, Şehircilik planlama çalışmalarında dengeli dağılım ve özel fonksiyonlar, Şehircilik Konferansları, İstanbul.
- Supple, B., 1963, The experience of economic growth: case studies in economic history, *Random House*, Newyork.
- Şerefhanoglu S. M., 1981, Yapılarda ısısal konfor ve cam yüzeyler (pencereler), İDMMA Basımevi, İstanbul.
- Şimşek, E., 2006. Endüstri yapılarının kültürel miras olarak irdelenmesi ve değerlendirilmesi: İzmir Liman Arkası Bölgesi örneği, En Bilimleri Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- T.C. Başbakanlık Atatürk, Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Türk Dil Kurumu, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts, 10 Nisan 2013.

- Toffler, A., 1992, Yeni güçler yeni şoklar, *Altın Kitaplar Basım Evi*, İstanbul.
- Tosun, M. and Dincer, K. and Baskaya, S., 2011, Rule-based Mamdani-type fuzzy modelling of thermal performance of multi-layer precast concrete panels used in residential buildings in Turkey, *Expert Systems with Applications*, volüme 38, 5553-5560.
- Tülücü, T.A., 2007, Adana kenti tarihi endüstri yapılarının yapısal analizi ve korunması için bir yöntem araştırması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Türk Dil Kurumu, 1998, Türkçe sözlük, Ankara.
- Ulusoy, E., 2015, Sanayi yapıları plan şemalarının değişim süreci-Konya örneği, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- URL-1, http://www.yalitim.net/yayin/388/isi-yalitimi-ve-enerji-tasarrufunun-onemi_11778.html#.XbvOs5ozYdU
- URL-2, <http://www.yigm.gov.tr/bep/sunumlar/bep.pdf>, alındığı tarih 10.03.2010.
- URL-3, https://konyakultur.gov.tr/index.php?route=pages/pages&page_id=4.
- URL-4, <http://www.csb.gov.tr/db/konya/icerikbelge/icerikbelge1500>, 2013-2019, Konya Temiz Hava Eylem Planı.
- Velioğlu, Ü., (1992), Endüstri yapılarında mimari planlama ilkeleri ve ülkemizdeki başlıca örneklerin bu ilkeler açısından irdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Vrusias, L.B., 2005. Fuzzy Logic. Artificial Intelligence Lectures Notes, London.
- Yıldız, B. ve Aktaş, B., 2017, Tasarım sürecinde karar verme: bulanık mantık tabanlı cephe modeli önerisi, Mimarlıkta sayısal tasarım sempozyumu, MSTAS-2017, Ankara, 173-181.
- Yılmaz, A.Z., 2006, Akıllı binalar ve yenilenebilir enerji, Türk Tesisat Mühendisleri Dergisi, 91:7-15.
- Yılmaz, A.Z., Oral Koçlar, G. ve Manioğlu, G., 2000, Isıtma enerjisi tasarrufu açısından bina kabuğu ısı yalıtımı değerinin bina formuna bağlı olarak belirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Araştırma Fonu Projesi, İstanbul.
- Yılmaz, A.Z., 2005, Akıllı binalar ve yenilenebilir enerji, VII. Tesisat Mühendisliği Kongresi, Kasım, İzmir.
- Yonar, O.C., 2002, Büyük açıklıklı sanayi yapılarının yapısal oluşumu ve Türkiye'de örnekler üzerinde irdelenmesi, Yüksek lisans tezi ,Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Zadeh, L.A. and Kacprzyk, J., 1992, Fuzzy logic for the management of uncertainty, 676 pp, John Wiley&Sons Inc, Newyork.

Zadeh, L.A., 1973, Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes, *IEEE Transactions on Systems, man, and Cybernetics*, Vol. SMC-3, No. 1.,28-44.

Zeren, L., 1959, Mimaride güneş kontrolü, Doçentlik Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

Zeren, L., Berköz, E., Küçükdoğdu, M., Ok, Yılmaz Z., 1987, Türkiye’de yeni yerleşmeler ve binalarda enerji tasarrufu amacıyla bir mevzuat modeline ilişkin çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre ve Şehircilik Uygulama ve Araştırma Merkezi, İstanbul.

Zorer, G., 2014, Yapı Kabuğu Yüksek Lisans Ders 8. 20 Aralık 2014, www.yarbis.yildiz.edu.tr/ggedik/course/viewCourse/id/3792.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Gonca ÖZER
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Diyarbakır-1985
Telefon : 05303237325
Faks :
E-Posta : gonca.ozer@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe	İl	Bitirme Yılı
Üniversite	: Fırat Üniversitesi	Merkez	Elazığ	2008
Yüksek Lisans	: Selçuk Üniversitesi	Selçuklu	Konya	2014
Doktora	: Konya Teknik Üniversitesi	Selçuklu	Konya	2019

UZMANLIK ALANI

Ekolojik Mimarlık, Enerji Etkin Bina Tasarımı, Mimarlık ve Yapay Zeka, Bulanık Mantık

YABANCI DİLLER

İngilizce